

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

(повне найменування інституту, факультету)

КАФЕДРА ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ КЕРАМІКИ ТА СКЛА

(повна назва кафедри)

«На правах рукопису»
УДК _____

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Б.Ю. Корнілович
(підпис) (ініціали, прізвище)

«___» _____ 2018 р.

**Магістерська дисертація
на здобуття ступеня магістра**

зі спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія»
(код та назва спеціальності)

за спеціалізацією «Хімічні технології неорганічних керамічних матеріалів»

на тему: «Виготовлення керамічних виробів санітарно-гігієнічного
призначення: вплив складу на технологічні властивості шлікеру»

Виконав: студент б курсу, групи ХМ-71мп

Прокопчук Максим Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник: ст. викладач, к.т.н. Тобілко В.Ю.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультанти:

Автоматизація виробництва асистент Бородін В.І.

(назва розділу)

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Охорона праці доцент, к.т.н. Полукаров Ю.О.

(назва розділу)

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Економічна частина доцент, к.е.н. Тюленєва Ю.В.

(назва розділу)

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Рецензент

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань

Студент

(підпис)

Київ - 2018 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

(повне факультету)

КАФЕДРА ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ КЕРАМІКИ ТА СКЛА

(повна назва кафедри)

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

за **освітньо-професійною** програмою

Спеціальність – 161 «Хімічні технології та інженерія»

Спеціалізація – «Хімічні технології неорганічних керамічних матеріалів»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Б.Ю. Корнілович
(підпис) (ініціали, прізвище)

«___» _____ 2018 р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Прокопчуку Максиму Олександровичу

1. Тема дисертації «Виготовлення керамічних виробів санітарно-гігієнічного призначення: вплив складу на технологічні властивості шлікеру»

науковий керівник дисертації ст. викладач, к.т.н. Тобілко В. Ю.

затверджені наказом по університету від «07» листопада 2018 р. № 4099-с

2. Термін подання студентом дисертації _____

3. Об'єкт дослідження -

4. Предмет дослідження –

5. Перелік завдань, які потрібно розробити _____

6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу _____

7. Орієнтовний перелік публікацій _____

8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
	Тюленєва Ю. В., доцент		
	Полукаров Ю. О., доцент		
	Бородін В. І., асистент		

9. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Студент

(підпис) (ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

(підпис) (ініціали, прізвище)

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація викладена на 142 сторінках, містить 8 рисунків, 46 таблиць, 1 додаток, 31 літературних джерел та 8 креслень.

Мета роботи – проектування заводу по виробництву керамічних виробів санітарно-гігієнічного призначення продуктивністю 500 тис. шт. на рік.

Об'єкт розроблення – завод з виготовлення керамічних виробів санітарно-гігієнічного призначення.

Предмет дослідження – вплив різних електролітів та їх комбінацій на реологічні властивості лікеру.

В магістерській дисертації проведено підбір та розрахунок основної та допоміжної сировини, розраховано основне технологічне обладнання, матеріальний баланс виробництва та тепловий баланс тунельної печі. Проведено автоматизацію процесу приготування шлікеру, розглянуто основні питання з охорони праці та техніки безпеки та на основі проведених досліджень і розрахунків представлено стартап-проект.

САНІТАРНО-ГІГІЄНІЧНА КЕРАМІКА, ПРИГОТУВАННЯ ШЛІКЕРУ, ЕЛЕКТРОЛІТИ, ТУНЕЛЬНА ПІЧ, ТЕПЛОВИЙ БАЛАНС, МАТЕРІАЛЬНИЙ БАЛАНС.

ABSTRACT

Thesis project is set out to 142 pages, including 8 figure, 46 tables, 1 application, 31 references and 8 drawings.

The purpose of the work is to design a plant for the production of ceramic sanitary-hygienic products with a productivity of 500 thousand pieces. for a year.

The object of development is a plant for the production of ceramic sanitary and hygienic products.

The subject of the study is the influence of various electrolytes and their combinations on the rheological properties of liquor.

In the master's dissertation the selection and calculation of basic and auxiliary raw materials was made, the basic technological equipment, the material balance of production and the heat balance of the tunnel furnace were calculated. The automation of the process of preparation of the shliker has been carried out, the main issues of occupational safety and safety have been considered, and the startup project is presented on the basis of research and calculations.

SANITARY-HYGIENIC CERAMIC, PREPARATION OF THE SLIPS, ELECTROLYTES, TUNNEL KILN, HEAT BALANCE, MATERIAL BALANCE, PLASTICIZER.

ЗМІСТ

<u>ВСТУП</u>	8
<u>1 ВИБІР НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕННЯ</u>	10
<u>1.1 Стан виробництва в галузі будівельних матеріалів</u>	10
<u>1.2 Огляд існуючих технологій та методів виготовлення продукції</u>	11
<u>1.3 Методи дослідження ливарного шлікеру</u>	12
<u>1.4 Дослідження добавки для розрідження ливарного шлікеру</u>	15
<u>Висновки до розділу 1</u>	19
<u>2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</u>	21
<u>2.1 Вибір та обґрунтування точки будівництва заводу</u>	21
<u>2.2 Асортимент та вимоги діючих стандартів до продукції</u>	23
<u>2.3 Характеристика сировини, допоміжних матеріалів, енергоносіїв</u>	27
<u>2.4 Обґрунтування вибору технологічної схеми та способу виробництва</u> .	30
<u>2.5 Матеріальний баланс виробництва</u>	39
<u>2.5.1 Вибір та розрахунки кількості основного технологічного обладнання</u>	47
<u>2.6 Розрахунок основного тепло-технологічного агрегату</u>	65
<u>Висновки до розділу 2</u>	81
<u>3 АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ПРИГОТУВАННЯ ЛИВАРНОГО ШЛІКЕРУ</u>	82
<u>3.1 Аналіз технологічного процесу виробництва фаянсових санітарно-технічних виробів як об'єкта автоматизації</u>	82
<u>3.2 Опис ФСА технологічного процесу фаянсових санітарно-технічних виробів</u>	83
<u>Висновки до розділу 3</u>	84
<u>4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ</u>	84
<u>4.1 Охорона праці</u>	85
<u>4.1.1 Виявлення та аналіз шкідливих небезпечних виробничих факторів на проектному об'єкті. Заходи з охорони праці.</u>	85
<u>4.1.3 Виробничий шум і вібрація</u>	89
<u>4.1.4 Електробезпека</u>	90
<u>4.1.5 Безпека технологічних процесів і устаткування</u>	92
<u>5.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях</u>	93
<u>4.2.2 Пожежна безпека</u>	94
<u>Висновки до розділу 4</u>	97

<u>5 СТАРТАП ПРОЕКТ</u>	98
<u>ВИСНОВКИ</u>	125
<u>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</u>	128
Додаток А	Ошибка! Закладка не определена. 32

ВСТУП

Кожній людині потрібен затишний міцний будинок, хороший інтер'єр помешкання, мало хто може уявити своє життя без засобів гігієни і сантехнічних виробів. Отже, умивальник і унітаз потрібні в кожному домі, крім того кожному потрібна якісна і бажано дешева продукція. Якщо врахувати масштабне будівництво, яке розгорнулось в Україні, а також необхідність реконструкції багатьох як житлових так і промислових будівель, стає очевидним факт необхідності виробництва вітчизняних санітарно-технічних виробів високої якості. А це передбачає підвищення потужності діючих або створення нових підприємств.

Світова криза 2013–2015 рр. торкнулася також ринку сантехнічних виробів, що негативно вплинуло на попит і, як наслідок, на обсяги виробництва. У 2016 р. ситуація змінилася на краще: обсяги виробів сантехнічного призначення із кераміки порівняно з 2013 р. зросли на 7.7 % і становили 57.9 млн шт. Статистичні дані свідчать про відчутний поштовх з боку провідних країн-виробників – Китаю, Польщі та Німеччини, особливо високі темпи зростання у виробництві сантехніки продемонстрував Китай. Наразі ринок сантехніки в Україні перебуває в досить скрутному становищі. Після активізації продажів у 2010–2012 рр., пов'язаних з масштабним будівництвом об'єктів для проведення Євро-2012 та закінченням економічної кризи 2008 р., відбувся значний спад цього сегменту економіки. Пов'язано це не лише із падінням купівельної спроможності споживача й курсу гривні, що призвело до подорожчання імпортої сантехніки, а також і з політичною ситуацією в країні. Лише на початку 2016 р. на державному рівні прийнято низку рішень щодо активізації зведення об'єктів інфраструктури, що позитивно вплинуло на активізацію продажів сантехніки в цілому, зокрема й сантехнічних виробів із кераміки.

Керамічну сантехніку в Україні виробляють три компанії – ПАТ "Славутський комбінат "Будфарфор" (Хмельницька обл.), ТОВ "Церсаніт

Інвест" (Житомирська обл.) і ТОВ "Дніпрокераміка" (Запорізька обл.). Монополістом вважається "Славутський комбінат "Будфарфор"

Очевидною є потреба у створенні нових потужних цехів і заводів з високим рівнем механізації і автоматизації виробництва, з виростанням передових технологій, які б втілювались у життя технологічним обладнанням вітчизняного виробництва на базі вітчизняної сировини. Навіть сам факт створення серйозної конкуренції нашому флагману в галузі виробництва сантехніки пішов би на користь і в плані якості продукції, яка б постійно зростала, і в плані вартості продукції. Виходячи із вищесказаного, даний проект заводу з виробництва санітарно-гігієнічної кераміки доцільним і перспективним.

1 ВИБІР НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Стан виробництва в галузі будівельних матеріалів

В останні роки в Україні відбуваються серйозні економічні та соціальні перетворення, кінцева мета яких – входження України до світової економічної системи, в світове суспільство.

Станом на 2016 рік обсяги виробництва сантехнічних виробів із кераміки в Україні лідерство займає ПАТ "Славутський комбінат "Будфарфор" – 52%, на другому і третьому місці знаходилися ТОВ "Церсаніт Інвест" – 35% і ТОВ "Дніпрокераміка" - 13% [1].

Головні фактори, які визначають місце держави в світовій системі розподілу праці - конкурентоздатність і ефективність економіки, який забезпечується, в першу чергу, якістю продукції та всіх тих процесів, в результаті яких формується попит на продукцію, здійснюється її реальне втілення і подальший цикл використання. Сучасне житлове будівництво вимагає нового підходу до технології будівельних матеріалів, які можуть забезпечити житло високої якості.

З представлених на ринку підприємств санітарно-технічних виробів, різко вирізняється славутський завод «Будфарфор», який по суті є чи не єдиним дійсно потужним і якісним підприємством на території України. Після декількох реконструкцій і введення потужності на 800 тисяч штук продукції в рік, підприємство стало одним із найпотужніших у Європі по випуску санітарних виробів.

Ще до 1995 року сантехнічні вироби на заводі стали виготовляти у різноманітній кольоровій гамі: білі, чорні, блакитні, рожеві, бежеві, фіолетові або із напиленням цих же кольорів. Згодом з'явилася ще одна новинка – декорування виробів „під камінь”, мармур, граніт, малахіт.

В оновленому асортименті особливо виділяються гарнітури „Комфорт”, „Орхідея”, виконані в рельєфних формах, санкераміка, оздоблена „пінкою”,

„краплею”, під „місячний ландшафт”. Саме це підприємство і лягло в основу даної роботи.

1.2 Огляд існуючих технологій та методів виготовлення продукції

Сьогодні в Україні як понижувачі в'язкості шлікерів використовують переважно: соду, розчинне рідке скло і поліфосфати натрію. Використання цих речовин здебільшого не дає бажаних результатів в одержанні шлікерів з заданими реологічними властивостями. Ці хімічні препарати дають вузький інтервал розрідження, сповільнюють фільтрацію, ускладнюють відокремлення відливок від форм. Крім того, якість шлікеру, який приготовлений із застосуванням цих розріджувальних речовин, значною мірою залежать від якості сировини, яку використовуємо, її хімічного, мінералогічного і гранулометричного складу, наявності водорозчинних солей, залишкових електролітів і характеру обмінних іонів.

Дослідження, направлені на розроблення технології використання розріджувачів, які дають змогу значно покращити реологічні властивості керамічних шлікерів із глинистих порід різного мінералогічного складу і мас на їх основі, є актуальним питанням.

Вибираючи електроліти для розрідження, надають перевагу речовинам, які не тільки показують найменше значення в'язкості на кривій розрідження, але і забезпечують ширший інтервал ефективного розрідження, значною мірою усуваючи вплив випадкових відхилень параметрів технологічного процесу або значних коливань показників властивостей вихідної сировини. Для того, щоб говорити про якість шлікеру і оптимальну кількість електроліту необхідно, крім в'язкості шлікеру, враховувати такі показники, як загущення, швидкість набору маси, залишкову вологість і міцність відливки, а також технологічні характеристики – якість поверхні відливки, її зсідання і легкість відокремлення від форми.

Як дефлокулянти, або розріджуючі електроліти, окрім традиційних – рідкого скла і соди, можуть також бути використані дубильний екстракт, танін, пірофосфатнокислий натрій. Розрідженню шлікеру також сприяють дисоційовані аніони органічних поверхнево-активних речовин, які витісняють

молекулу води з гідратних оболонок глинистих частинок. Застосування електролітів вивільняє значну кількість дифузійної води і переводить її у вільну воду. Це підвищує рухливість, текучість та забезпечує належні ливарні властивості шлікера за пониженої вологості. Найкращі відливки отримують, використовуючи шлікери найменшої в'язкості і вологості. У ділянці максимальної текучості отримують відливки найбільшої густини. Вимоги до шлікерів змінюються залежно від способу відливки виробів.

1.3 Методи дослідження ливарного шлікеру

Серед методів формування керамічних виробів ливарним способом можна виділити основний метод – лиття водних суспензій в пористі форми. При цьому тіло відливки здобуває густину і необхідну міцність, достатню для досягання з форми, транспортування та подальшої сушки.

Шлікерне лиття з водних суспензій використовується при формуванні тонкої кераміки, санітарно-технічних виробів, декоративної кераміки, а також при виготовленні термостійких спеціальних вогнетривких виробів, технічної кераміки.

Метод оснований на здатності глинистих компонентів маси утворювати в водному середовищі стійкі суспензії, що володіють реологічними властивостями, і на поглинанні рідкої фази капілярними гіпсовими формами з утворенням на її поверхні твердого слою.

Шлікерні маси представляють собою концентровані суспензії з об'ємним співвідношенням дисперсної фази до дисперсійного середовища від 9.5 до 2.5, вмістом в своєму складі твердий наповнювач, тимчасову зв'язку і технологічні добавки.

Технологічні добавки в шлікерних масах виконують роль дефлокулянтів, стабілізаторів, коагулянтів чи пластифікаторів. До числа технологічних добавок відносяться різні електроліти і поверхнево-активні речовини.

Незалежно від складу, різновиду технологічних і фізико-хімічних властивостей до керамічних шлікерних мас вимагають наступні властивості:

- Однорідність, агрегативна стійкість шлікеру по всьому об'єму

- Хороша текучість при відносно низькому вмісту зв'язуючого і забезпечення повної заповнюваності масою всіх деталей форм
- Якісна внутрішня та зовнішня поверхня виробу після форми
- Висока стійкість набору черепка, швидка сушка маси в формі після зливу шлікеру і мінімальна корозійна дія на форму
- Вільне відділення від форми, висока густина і зв'язність відливок

На основі цих даних було проведено наступні експериментальні види перевірки якості ливарного шлікеру на відповідність необхідної якості ливарного шлікеру:

- Визначення текучості шлікеру на віскозиметрі Енглера
- Визначення в'язкості на ротаційному віскозиметрі
- Визначення Коефіцієнту загущення за допомогою віскозиметра Енглера

Для проведення необхідних дослідів було використано шлікер складу :

Каолін Глуховецький – 37%

Глина Новорайська - 25%

Цеолітова порода - 23%

Пісок – 15%

Визначення текучості шлікеру на віскозиметрі Енглера:

Для визначення текучості шлікеру на виробництві використовують віскозиметр Енглера. Він представляє собою дві вставлені одна в одну ємності, які з'єднані між собою трубкою діаметром 6 мм. Зовнішня ємність виконує роль термостата, внутрішня – для досліджуваного шлікеру.

Віскозиметр встановлюється таким чином, щоб зливна трубка була строго вертикально по відношенню до площини дна. Для цього у внутрішній ємності є три мітки, які виконують роль рівня заливки досліджуваної рідини.

Отвір зливної трубки закривають стержнем, знизу – установлюють колбу ємністю 100 мл. Досліджуваний шлікер, заданого складу, заливають в циліндр віскозиметра. Шлікер перемішують 3 хв, потім дають настоятись 30 с, після чого відкривають зливний отвір, включають секундомір . як тільки шлікер

досягне нижньої мітки, виключають секундомір, результати досліду заносять в таблицю.

Для визначення в'язкості на віскозиметрі Енглера використовують безрозмірну величину, градус Енглера, який визначається як:

$$^{\circ}E = \frac{\tau_1}{\tau_{H_2O}}$$

де, τ_1 - час, за який витікає шлікер

де, τ_{H_2O} - час, за який витікає вода.

Визначення в'язкості на ротаційному віскозиметрі:

Ротаційний метод побудований на вимірюванні обертового моменту M , який виникає на осі ротора (циліндра, диска і т.п.), зануреного у вимірювальне середовище, при взаємному їх переміщенні.

В одному з основних варіантів методу шар досліджуваної рідини висотою H перебуває між двома коаксіальними циліндрами з внутрішніми радіусами R_i, R_o ($R_i < R_o$), які обертаються один щодо іншого.

В'язкість обчислюється за формулою Маргулеса:

$$\eta = \frac{M (\varepsilon^2 - 1)}{4\pi H \varepsilon^2 \omega}$$

де $\varepsilon = \frac{R_o}{R_i}$; ω - кутова швидкість обертання ротора.

Якщо зовнішній циліндр відсутній ($R_o \rightarrow \infty$), в'язкість обчислюють за формулою:

$$\eta = \frac{M}{4\pi H \varepsilon^2 \omega}$$

На сучасних ротаційних віскозиметрах всі обчислення проводяться автоматично, і прилад видає готове значення в'язкості в Ст, Па*с чи Пуазах.

Визначення коефіцієнту загушення на віскозиметрі Енглера:

Коефіцієнт загушення є дуже важливим показником якості ливарного шлікеру, так як при технологічному процесі необхідно, щоб шлікер зберігав свої властивості. В іншому випадку це може призвести до застоювання шлікеру у ємностях для зберігання і в трубах подачі, що призведе до негативних наслідків і застою технологічного процесу.

Для визначення коефіцієнту загушення заміряють витік шлікеру після 30 секунд настоювання. Потім заміряють швидкість витоку шлікеру після 30 хв вистоювання в ємності віскозиметра. У всіх випадках вимірювання швидкості витоку шлікеру повторюють по три рази, після чого вираховують середнє арифметичне.

Коефіцієнт загушення розраховують по формулі:

$$K_3 = \frac{\tau_2}{\tau_1}$$

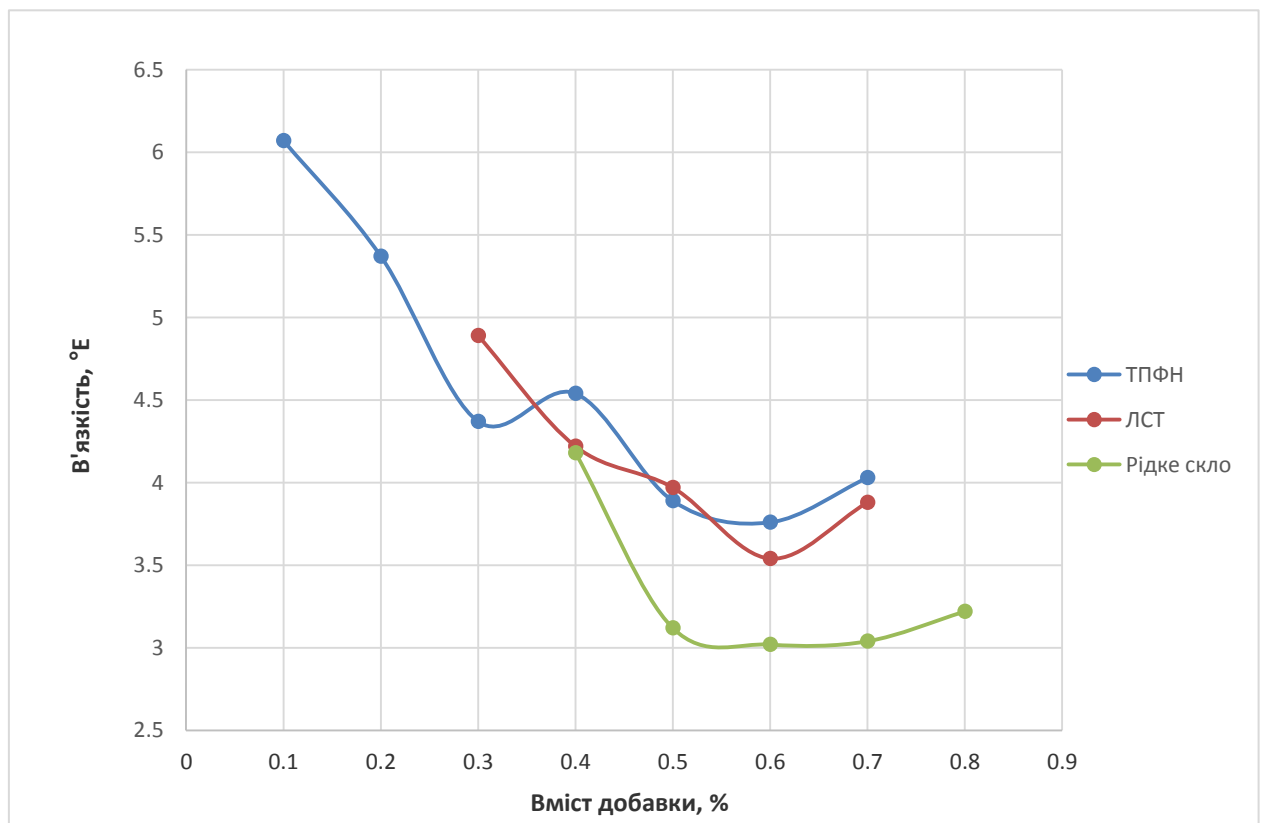
де, τ_1 - час, за який витікає шлікер після 30 с відстоювання

де, τ_2 - час, за який витікає шлікер після 30 хв відстоювання.

1.4 Дослідження добавки для розрідження ливарного шлікеру

В ході досліджень в склад шлікерної суспензії вводили, як індивідуально, так і в комплексі наступні електроліти: рідке скло, кальцинована сода, лігносульфонат натрію (ЛСТ), триполіфосфат натрію (ТПФН). Вологість шлікеру 36.5%. В таблиці 1.1 зображенні реологічні властивості шлікеру, та залежність його в'язкості від концентрації добавок (рис. 1.1)

Рисунок 1.1 – Залежність в'язкості шлікеру від вмісту добавки



Таблиця 1.1 – Вплив добавок на реологічні властивості шлікеру

Назва електроліту	Вміст, %	Текучість, °Е	Коефіцієнт загущення, K_3	В'язкість, сСт	pH
Без добавок	-	Не тече	-	-	-
Кальцинована сода	0,1 -0,8	Не тече	-	-	8-9
Рідке скло	0,1	Не тече	-	-	7.7
	0,2	Не тече	-	-	7.9
	0,3	Не тече	-	-	8.1
	0,4	4,18	2,126	29,01	8.3
	0,5	3,12	1,926	20,76	8.5
	0,6	3,02	1,853	18,35	8.7
	0,7	3,04	1,997	20,12	8.9
	0,8	3,22	2,043	21,55	9.1
Лігносульфанат натрію	0,1	Не тече	-	-	7,0
	0,2	Не тече	-	-	7,3
	0,3	4,89	1,970	34,41	7,6
	0,4	4,22	1,698	29,31	7,9
	0,5	3,97	1,526	27,39	8,3
	0,6	3,54	1,492	24,06	8,9
	0,7	3,88	1,597	26,70	9,3
Триполіфосфат натрію	0,1	6,07	1,968	43,27	8,0
	0,2	5,37	1,871	38,03	8,3
	0,3	4,37	1,854	30,46	8,5
	0,4	4,54	1,811	31,75	8,7
	0,5	3,89	1,787	26,78	8,9
	0,6	3,76	1,733	25,77	9,1
	0,7	4,03	1,808	27,86	9,3

Результати, представленні в табл 1.1, вказують на те, що оптимальна кількість електролітів, що вводяться в шлікер знижують в'язкість і коефіцієнт загушення.

Однак краще використовувати електроліти в комплексі. Ефективність спільної дії обумовлена ефектом синергізму, що заключається у їх впливі на реологічні властивості керамічного шлікеру. Саме тому були проведені дослідження впливу кількості введених добавок на реологічні властивості шлікеру:

- 1) Рідке скло – Триполіфосфат Натрію (ТПФН)
- 2) Рідке скло - Лігносульфонат Натрію (ЛСТ)
- 3) Триполіфосфат Натрію (ТПФН) – Лігносульфонат Натрію (ЛСТ)

Вологість шлікеру становила 31%. Результати експерименту наведені в табл 1.2 і на рис 1.2:

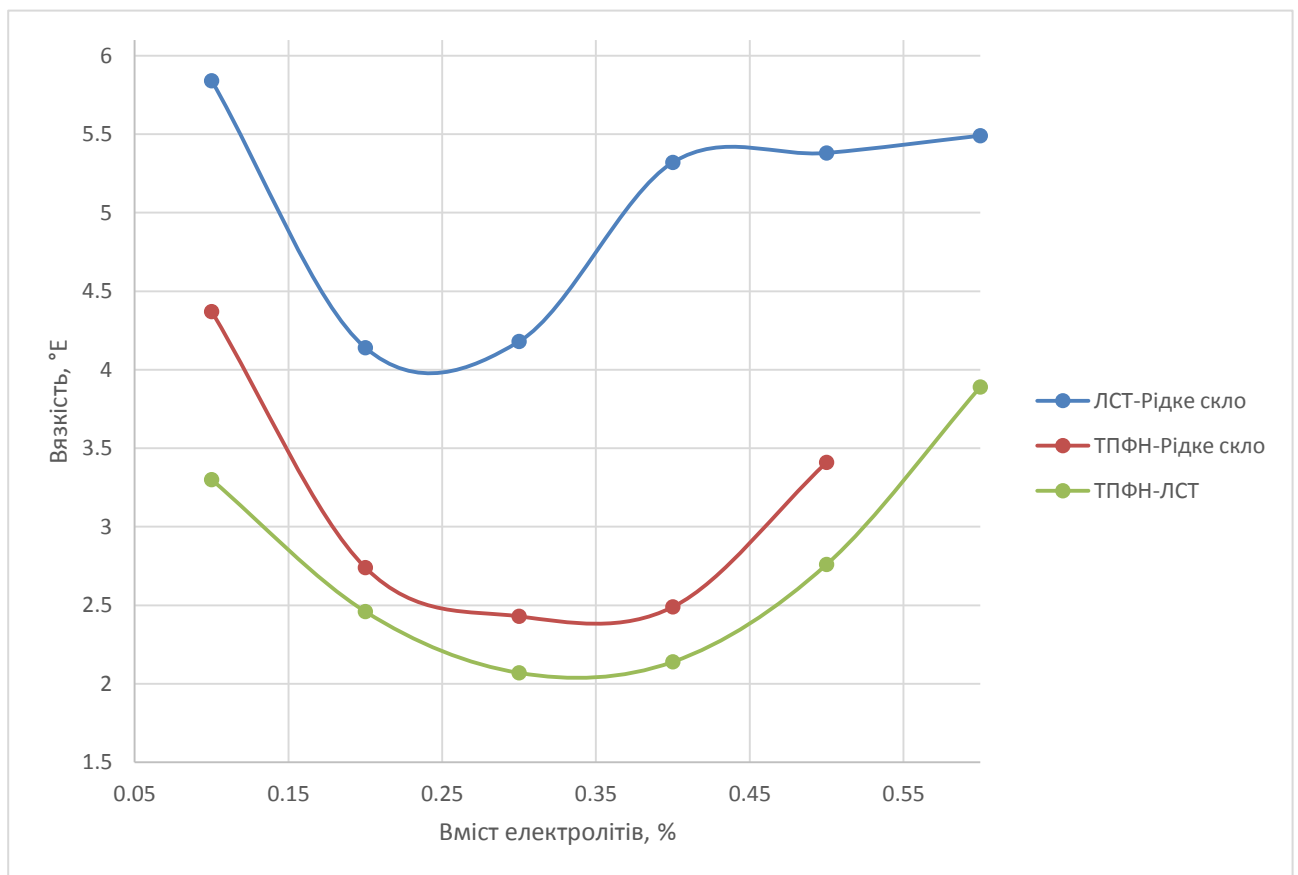


Рисунок 1.2 – Залежність в'язкості шлікеру від концентрації електролітів

Таблиця 1.2 – Реологічні властивості шлікеру

Вміст електроліту, %		Текучість, °Е	Коефіцієнт загущення, K_3	В'язкість, сСт	pH
ЛСТ	Рідке скло				
0,1	0,6	5,84	1,262	41,55	7,1
0,2	0,6	4,14	1,234	28,70	7,4
0,3	0,6	4,18	1,249	29,01	7,7
0,4	0,6	5,32	1,274	37,65	8,0
0,5	0,6	5,38	1,205	38,10	8,4
0,6	0,6	5,49	1,184	38,93	8,7
ТПФН	Рідке скло				
0,1	0,6	4,37	1,329	30,46	8,1
0,2	0,6	2,74	1,294	17,70	8,8
0,3	0,6	2,43	1,195	15,15	9,4
0,4	0,6	2,49	1,458	15,65	9,8
0,5	0,6	3,41	1,563	23,05	9,9
ТПФН	ЛСТ				
0,1	0,6	3,3	1,204	22,18	7,5
0,2	0,6	2,46	1,167	15,40	7,7
0,3	0,6	2,07	1,139	12,07	8,1
0,4	0,6	2,14	1,238	12,68	8,4
0,5	0,6	2,76	1,276	17,87	8,8
0,6	0,6	3,89	1,302	26,78	9,3

Як видно з таблиці 1.2, всі електроліти при комбінації дають кращі результати, ніж окремо.

Висновки до розділу 1

Проведено аналіз різних за природою і властивостями, типових і не типових електролітів, їх вплив на реологічні властивості ливарного шлікеру. Освоєно методи дослідження якості ливарного шлікеру, такі як: визначення в'язкості на віскозиметрі Енглера та ротаційному віскозиметрі, визначення текучості шлікерної суспензії.

В результаті проведення експериментальних досліджень визначено, що найкраще електроліти працюють при певній комбінації. Найефективнішим є комплекс добавок ТПФН-ЛСТ в співвідношенні 0,3% ТПФН і 0,6% ЛСТ на масу шлікеру.

При такій комбінації і співвідношенні електролітів шлікер має найнижчі показники в'язкості та коефіцієнту загущення. Використання даного співвідношення і відсоткового вмісту добавок дозволяє підвищити якість шлікеру, знизити його вологість, і збільшити стійкість до тиксотропії і седиментації.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Вибір та обґрунтування точки будівництва заводу

Хімічне виробництво кераміки – це багатотоннажне виробництво, його потужності займають велику площу, а вибір точки будівництва ускладнений багатьма факторами.

- Наближеність до родовищ основної сировини;
- Наявність добре розвинутої транспортної розв'язки і бажано наявність залізничної гілки;
- Наближеність до водних ресурсів;
- Наближеність до населеного пункту для забезпечення робітниками;
- Наявність ринку збуту;
- Ділянка під будівництво не має бути відведена під сільськогосподарські угіддя, не повинна бути рекреаційною зоною, зоною лісового фонду;
- Підприємство має бути побудовано за межами населеного пункту, на околиці, що знаходиться з протилежної від підвітряної сторони.

Багато сировинних матеріалів, які застосовуються у виробництві виробів технічної кераміки, можна об'єднати в чотири основні групи - пластичні, опіснюючі, плавні й спеціальні добавки (в основному при виробництві полив). У перші три групи входять мінеральні матеріали, що утворилися в результаті складних геологічних процесів). Мінеральний склад цих матеріалів й, отже, їх властивості залежать від умов утворення, віку, походження й цілого ряду інших факторів і можуть змінюватися для різних родовищ, а також у межах одного певного родовища.

Такі матеріали в основному добуваються відкритим способом, тому що підземні розробки значно менш економічні й для таких порівняно недорогих виробів, як вироби будівельної кераміки, у більшості випадків незастосовні навіть при високій якості сировини, що добувається.

Економічна доцільність визначає також і ступінь збагачення сировини, що добувається. Для виробництва виробів будівельної кераміки на місці видобутку збагаченню піддаються лише каоліни й деякі види польових шпатів.

Для виробництва виробів високої якості бажано організувати збагачення багатьох застосовуваних глин, оскільки більша засміченість різними включеннями ускладнює технологічний процес виробництва й приводить до значного зниження якості готової продукції. На жаль, будівництво збагачувальних фабрик навіть на найбільших кар'єрах глин (Артемівський, Лукошинський й ін.) по різних причинах поки не планується.

Роза вітрів для цього міста Славута дозволяє побудувати підприємство з мінімальним нанесенням шкоди здоров'ю жителям на Південному Сході, Північному Сході, Південному Заході, Заході. Адже будівництво у безпосередній близькості до населеного пункту хімічного підприємства не дозволяється, з огляду на велику кількість викидів димових газів.

Була обрана територія на Північно-східній околиці міста Славута розміром 5,1 га. Дана територія не є відведеною під сільськогосподарські угіддя, не є рекреаційною зоною, зоною лісового фонду. Персоналом підприємство зможе забезпечитись безпосередньо з міста Славута.

Хмельницька область є індустріально розвинутою областю, яка межує з Рівненською, Тернопільською, Житомирською, Вінницькою, що дає великий ринок збуту продукції.

Місце розташування знаходиться за 300м до гілки Південно-західної залізниці та 400 м до траси національного значення Р-05, що дозволяє легко організовувати логістичні операції.

Виробництво потребує великої кількості води для технологічних процесів. За 450 метрів від території будівництва протікає річка Утка. Це відповідає вимозі будувати підприємство не ближче 300 метрів до берегової лінії. Річка є повноводною і проточною, що дозволить здійснювати водозабір і водовідведення.

Будівлі на території підприємства необхідно розташовувати по ходу технологічних операцій, які для виробництва керамічної плитки відповідають схемі.

Біля головної прохідної, у Південній частині ділянки, розміщено адміністративний корпус. Навпроти нього розташований основний виробничий цех, який конструкційно об'єднано із масо-заготівельним відділом, який, в свою чергу об'єднано із складом сировинних матеріалів, що полегшує і робить дешевшим транспортування сировини по території заводу.

Для організації змінної цілодобової роботи в головному цеху передбачено – санітарні вузли, душові блоки, роздягальні та кімнати відпочинку.

На північ від масо-заготівельного Захід побудований склад готової продукції, що облаштований двома рампами для розвантажувально-завантажувальних робіт.

На території заводу передбачена гілка залізної дороги, що проходить через масо-заготівельний відділ та склад готової продукції.

Зі сторони протікання річки (Північно-західна частина території), розміщено ділянку водоочистки, біля якої розташована друга прохідна.

Електропідстанція і газорозподільний пункт розведені по території, і знаходяться так, щоб можна було легко завести комунікації з населеного пункту. Також біля адміністративного пункту знаходиться автомобільна парковка для робітників заводу.

2.2 Асортимент та вимоги діючих стандартів до продукції

Технічна характеристика санітарно-будівельних виробів представлена в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Технічна характеристика санітарно-будівельних виробів

Властивість	Фарфор	Напівфарфор	Фаянс
Водопоглинання, %, не більше	0,5	5	12
Об'ємна маса, г/см ³	2,25-2,35	2-2,2	1,92-1,96
Межа міцності, МПа:			
при стисненні	400-500	150-200	100
при згині	70-80	33-45	15-30
Середній температурний коефіцієнт лінійного розширення в інтервалі 20-700 °С, $\alpha \cdot 10^{-6}$	5,5-6	4,5-5,3	4,8-6

Вироби досліджують на водопоглинання, білизну і термічну стійкість глазури (ДСТУ Б В.2.5-12-98).

Типи, основні розміри санітарних виробів, допустимі відхилення від основних розмірів, а також відхилення по коробленню бортів і поверхонь виробів встановлюються діючими стандартами і технічними умовами.

На рис. 2.1 – 2.2 показана продукція, яка вироблятиметься заводом, що проектується, а характеристики деяких виробів вказані в табл. 2.2.

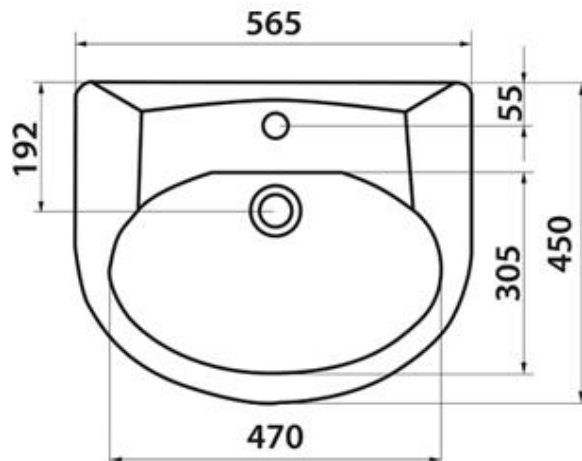


Рисунок 2.1– Умивальник мебeльний «Солас» ГОСТ 30493-96

Таблиця 2.2 – Характеристика умивальника прямокутного без спинки (ГОСТ 30493-96)

Величина	Довжина L, мм	Ширина В, мм, не менше	Глибина чаші h, мм, не менше	Довідкова маса, кг
Перша	400-500	300	135	10
Друга	550	420	150	10
Третя	600	450	150	13
Четверта	650	500	150	15

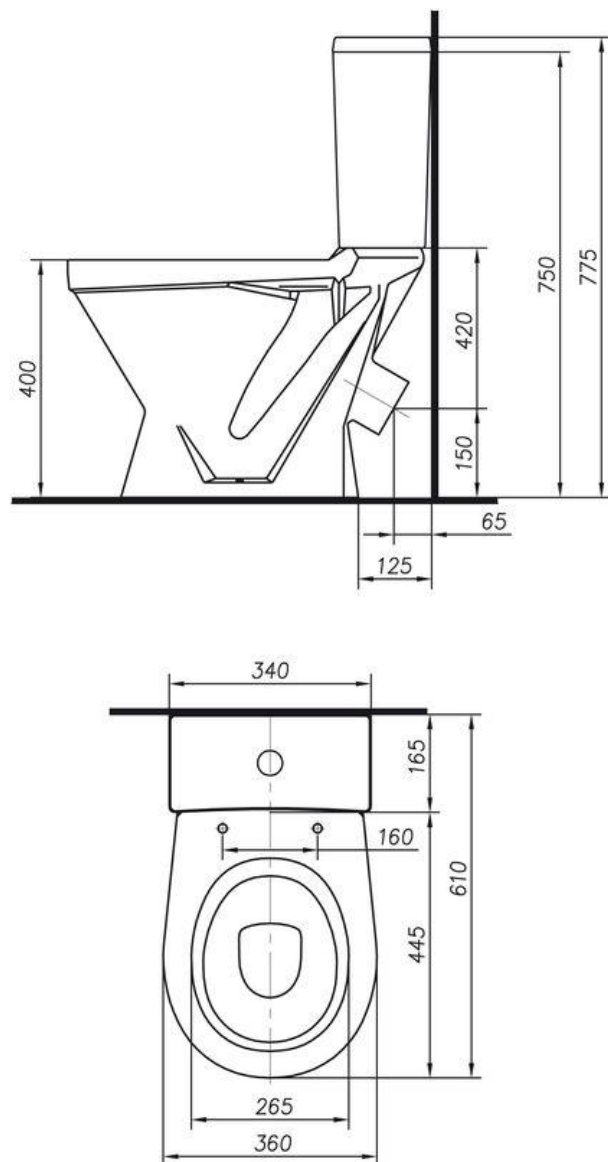


Рисунок 2.2 – Унітаз «Коломбо NEW» прямокутного типу.

2.3 Характеристика сировини, допоміжних матеріалів, енергоносіїв

Багато сировинних матеріалів, які застосовуються у виробництві виробів санітарно-технічної кераміки, можна об'єднати в чотири основні групи - пластичні, опіснюючі, плавні й спеціальні добавки (в основному при виробництві полив). У перші три групи входять мінеральні матеріали, що утворилися в результаті складних геологічних процесів). Мінеральний склад цих матеріалів й, отже, їх властивості залежать від умов утворення, віку, походження й цілого ряду інших факторів і можуть змінюватися для різних родовищ, а також у межах одного певного родовища.

Такі матеріали в основному добуваються відкритим способом, тому що підземні розробки значно менш економічні й для таких порівняно недорогих виробів, як вироби будівельної кераміки, у більшості випадків незастосовні навіть при високій якості сировини, що добувається.

Економічна доцільність визначає також і ступінь збагачення сировини, що добувається. Для виробництва виробів будівельної кераміки на місці видобутку збагаченню піддаються лише каоліни й деякі види польових шпатів. Для виробництва виробів високої якості бажано організувати збагачення багатьох застосовуваних глин, оскільки більша засміченість різними включеннями ускладнює технологічний процес виробництва й приводить до значного зниження якості готової продукції.

Пластичні матеріали - основний компонент шихти керамічних мас. Це глини й каоліни різного хіміко-мінерального складу, що містять каолініт, монтморилоніт, гідрослюди й ін. Всі глиноутворюючі мінерали є силікатами, що мають, як правило, шарувату будову [11].

Визначення можливості застосування глини для того або іншого виду виробництва й встановлення оптимальних параметрів технологічного процесу залежить головним чином від їх мінерального складу. Глини з більшою кількістю тонкодисперсних забарвлених сполук після випалу утворюють матеріал, що мають різний колір і інтенсивність. Тонкодисперсні домішки залізистих сполук не тільки зафарбовують черепок, але й знижують

В даному проекті як пластичні сировинні матеріали використовуються глини веселовська та ново-райська, каоліни Глуховецького родовища сухого та мокрого збагачення, а також новоселівський каолін.

Характеристика пластичних матеріалів приведена в табл. 2.3 – 2.4

Родовище	Каолініт	Гідро- слюда	Монт- морилоніт	Змішано- шарові утворення	Кварц	Інші мінерали
Веселовське	60-68	34-35	-	-	3-5	-
Ново- Райське	53-60	12-18	-	5-10	8-14	4

Родовище	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	В.п.п.
----------	------------------	--------------------------------	------------------	--------------------------------	-----	-----	-------------------	------------------	--------

Глини									
Весело- вське	51,4- 53,8	27-35	1,1- 1,5	1,1- 1,5	0,73 -0,7	0,73- 0,6	1,15- 0,66	2,0- 2,32	9,0- 9,2
Ново- Райське	40,7- 50,0	>33,0	<1,3	<1,3	0,5- 0,7	0,1- 0,7	0,8- 1,5	0,8- 1,5	4,2- 7,0
Каоліни									
Глухо- вещьке	46-48	35,5- 36,9	0,6	0,4- 0,6	0,8	0,2	0,4- 0,45	0,4- 0,45	13,5- 14,0
Ново- селівське	40-42	39,5- 43,0	0,55	0,6- 0,75	0,8	0,12	0,50- 0,52	0,5- 0,52	13,0- 14,0

Непластичними називають матеріали, що знижують пластичність і повітряну усадку глин і матеріалів і понижують температуру плавлення суміші.

У якості основного непластичного (опіснюючого) матеріалу широко застосовують кварцовий пісок у вигляді кварцових відходів, отриманих при збагаченні каолінів.

За технічними умовами на сировину для виробництва санітарно-технічних виробів відходи кварцових матеріалів не повинні містити забарвлюючих окислів більше 0,2-0,3%, а СаО - більше 1-2%.

Оскільки ці відходи містять до 10% каоліну, його кількість необхідно враховувати при розрахунку шихти.

Кремнезем у природі зустрічається в різних модифікаціях і перетворення однієї модифікації в іншу пов'язане зі зміною об'єму. Зміни об'єму кварцу мають велике значення при встановленні правильної швидкості нагрівання й охолодження виробів, що локалізують об'ємні зміни модифікацій кварцу та попереджають появи тріщин при різких змінах температури.[12]

В даній роботі як опіснювач використовується кварцовий пісок Новоселівського родовища (Харківська область). Характеристика піску наведена в табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Характеристика кварцового піску

Родовище	Запаси, млн. тон	Вміст, %	
		SiO ₂	Fe ₂ O ₃
Новоселівське	14,9	98,8-99,5	0,02-0,04

2.4 Обґрунтування вибору технологічної схеми та способу виробництва

В магістерській дисертації використовується технологічна схема виробництва санітарно-технічних виробів методом шлікерного лиття в гіпсові форми з безпресовим способом підготовки шлікеру і роздільним помелом сировинних матеріалів. Технологічна схема виробництва санітарно технічних виробів має наступний вигляд (рис.2.3):

Сировину і матеріали, які надходять, зберігають в добре обладнаних складах, які надійно захищають сировину від пилу, кіптяви та атмосферних опадів, а також від змішування різних видів сировини. Підлога складів є міцною і не повинна руйнуватися від дії грейдера та інших засобів механізації вантажно-розвантажувальних робіт.

Кам'янисті матеріали допускається зберігати на спеціально обладнаних відкритих майданчиках, які мають огорожу і дерев'яний або бетонний настил. Настил майданчиків повинен бути вищий за нульову відмітку, щоб бруд від машини не попадав на сировину.

Матеріали, які надходять на комбінат в упаковці, зберігаються в сухих закритих приміщеннях.

На складі підтримується запас основних видів сировини встановлений з розрахунку 20-ти денної потреби.

Подача сировини у виробництво зі складу здійснюється грейферним краном.

Відбір глин, каолінів та іншої сировини зі складу і подавання їх у масо-заготівельний цех проводиться рівномірно по всій товщі запасу, що зберігається, не допускаючи утворення «козирків».

Ходити по складу і майданчиках, де зберігається сировина, стороннім особам забороняється, про що сповіщають відповідні написи і за чим слідкують робітники складу.

Кожна партія сировини, яка надходить у комбінат у залізничних вагонах, перевіряється представниками лабораторії по контролю виробництва та інженером з вихідного контролю з метою візуальної оцінки якості сировини – виявлення у ній сторонніх предметів, домішок.

Розвантажувати сировину можна після дозволу представників лабораторії по контролю виробництва до указаних ними відсіків або майданчиків, призначених для даного виду сировини.

Сировину, засмічену домішками, які неможливо вилучити при розвантаженні, вивантажують на окремих майданчиках за межами території складу сировини. Слід фіксувати в спеціальному журналі початкові дані про

сировину, яка надходить: найменування і гатунок матеріалу, дату надходження, номер вагону і документів, що надійшли з сировиною, а також дані візуального огляду вивантаженої сировини.

Від кожної партії прибулої сировини представником лабораторії по контролю виробництва відбирається середня проба для проведення контрольних випробувань. До проведення таких випробувань застосування сировини у цільовому напрямку забороняється.

З метою проведення вхідного контролю сировини і матеріалів ВТК розробляє відповідний перелік документів, який містить в собі:

- найменування і марку сировини;
- позначення стандарту або ТУ;
- основне призначення (застосування);
- вид контролю (суцільний або вибіркового);
- параметри, які підлягають контролю;
- об'єм вибірки або проби;
- методи та засоби проведення контролю.

Лабораторні дослідження всіх видів сировини і результат заносять до спеціального журналу.

На сировину і матеріали, які не відповідають вимогам нормативно-технічної документації, складається акт, який надсилається постачальникові, а забракована партія складається окремо і береться на збереження до прийняття рішення.

Грейферним краном сировина подається у відповідні бункери, звідки вона поступатиме на масо-підготовку.

Підготовка сировинних матеріалів

Оскільки в процесі приготування шлікеру наявні декілька окремих ліній підготовки сировинних матеріалів, доцільно буде розглянути їх окремо.

Підготовка пластичних матеріалів

Глини необхідно попередньо подрібнювати до завантаження в кульовий млин або в мішалку для розпускання. Для цієї мети застосовують стругачі із

вертикальними ріжучими дисками В роботі передбачено встановлення стругача із вертикальним ріжучим диском діаметром 1100 мм.

Зі стругача стрічковим транспортером глина подається кульовий млин неперервної дії, де розпускається додаванням розрахованої кількості води та електролітів. Отримана глиниста суспензія зливається в басейн з пропелерною мішалкою марки СМ-244, де відбувається остаточний розпуск глини та доведення суспензії до заданої вологості – 33 – 35% . Передбачено встановлення двох басейнів з їх почерговим використанням. Після готовності суспензії мембранною помпою з продуктивністю 1800 л/год. подається до об'ємного дозатора періодичної дії і вже потім на вібросито 511.

Зважені відповідно до рецепта каоліни з бункера подаються за допомогою стрічкового транспортера в басейн з гвинтовою мішалкою, де знаходяться непластичні матеріали.

Підготовка непластичних матеріалів

Непластичні матеріали з бункерів зважуються відповідно до рецепту і за допомогою електротельфера подаються у кульовий млин періодичної дії для помелу непластичних матеріалів.

Передбачено встановлення кульових млинів періодичної дії марки MBM-2200 з завантаженням 4100 кг.

Помел матеріалів проводиться при співвідношенні матеріалів тіла, що мелють: вода - 1,2 : 1,0 : 0,6. Для компенсації стирання тіл, що мелють додають нестачу їх кількості (0,5 - 1 % від маси завантажених тіл).

Після завантаження непластичних матеріалів у млини заливають воду (згідно рецептури). Дозування води здійснюється водоміром періодичної дії.

Тривалість помелу непластичних матеріалів складає близько 8 годин. Ступінь помелу контролюється лабораторією по залишку на ситі № 0056, який не повинен перевищувати 12%.

Після помелу суспензію зливають в басейн з пропелерною мішалкою, звідки мембранною помпою подають до об'ємного дозатора періодичної дії.

Підготовка браку при литті і сушці

Мокрі відходи (брак, що утворився при розбиранні форм, розпущений брак сушіння, обрізки від лиття, маса з лійок), які надходять з цехів, відсортовують від сторонніх домішок і завантажують у резервуар пропелерної мішалки за допомогою пластинчастого живильника.

У резервуар мішалки через водомір подають воду з розрахунку одержання 55-65 % вологості суспензії і одночасно із завантаженням відходів включають мішалку.

Розмішування відходів у резервуарі мішалки повинно бути рівномірним для всього об'єму і тривати протягом 1,5 - 2-х годин. Показники шлікера з відходів повинні бути:

- густина - 1550-1650 кг/м³
- водовіддача - 25-45 см.

Суспензію з розпущених у воді відходів відкачують мембранною помпою в резервуар набивної мішалки через вібросито з сітками № 063 (116 отв./см²) та № 04 (320 отв./см²).

Мембранною помпою суспензію подають у фільтрпрес №5 для зневоднення. Тиск фільтр-пресування становить 1,0 - 1,2 МПа. Тривалість зневоднення - 2-3 години. Вологість готових коржів повинна бути 20 - 22 %. Отримані коржі розпускають в мішалці в такій послідовності.

У пропелерну мішалку заливають через водомір воду, після цього транспортером завантажують фільтрпресові коржі з урахуванням вологості шлікеру 31-32 %. Тривалість розпускання фільтр-пресових коржів - 2-3 години.

Потім перевіряють густину і водовіддачу приготовленого шлікеру.

Показники готового фільтр-пресового шлікеру з коржів повинні бути:

- густина - 1740 - 1760 кг/м³
- водовіддача - 20 - 45 см.

Готовий шлікер (25-30 % від загального об'єму) перекачують у резервуар пропелерної мішалки для 1-2-х добового витримання.

Приготування шлікеру

Суспензію непластичних матеріалів із млина зливають в резервуар мішалки для розпускання глинистих, проціджуючи крізь сито № 063 під тиском 0,06 - 0,07 МПа.

Після зливання суспензії непластичних матеріалів, завантажують в мішалку каолін сухого, а потім і мокрого збагачення. Під час завантаження мішалка повинна працювати. Перемішування каоліну в резервуарі мішалки повинно бути рівномірним для всього об'єму і продовжуватися не менше, як 1,5 години.

Після розпускання каоліну в резервуар мішалки завантажують невеликими порціями суспензію глини. Розмішування глини проводять до повного змішування, але не менше 4-х годин.

При перекачуванні шлікеру на вистоювання проводять проціджування крізь вібросито з сітками № 063, а в резервуари заливних мішалок з сітками:

№ 04-0355-02 (320-376-980 отв./см²)

Промивають сита проточною водою, кожні 1,5-2 години.

Контроль шлікеру проводять з метою визначення його параметрів.

Відсоток (%) залишку на ситі № 0063 (9428 отв./см²) визначається шляхом розрахунків після зважування, промивання і висушування наважки. Залишок непластичних на ситі повинен бути 2,5 - 3 % , вологість 33 - 36 %, густина 1650-1720 кг/м³.

Після почергового розпускання каолінів, потім додавання суспензії глини в резервуарі мішалки, перевіряють параметри приготовленого шлікеру, які повинні бути:

вологість	- 32,0 - 33,0 %,
густина	- 1725 - 1765 кг/м ³ ,
водовіддача	- 12-38 см.

При досягненні однорідної шлікерної суспензії і заданих параметрів, проводять перекачування шлікеру на вистоювання.

Після витримування в резервуарах мішалок на протязі 2-3-х діб, шлікер коригують до параметрів:

- I текучість на віскозиметрі	- 4-10 сек.
- II текучість на віскозиметрі	- 7-20 сек.

- водовіддача - 30-45 см
 - густина (основне виробництво) - 1735 - 1745 кг/м³
- і перекачують у резервуари витратних мішалок.

За 8-12 годин до подавання шлікеру у ливарні відділення проводять його коригування і не менше, ніж за 3 години до подавання його на лиття проводять перевірку, при необхідності - коригування. Параметри шлікеру записують в спеціальний журнал.

Готовий шлікер повинен мати такі параметри:

вологість, %	29 – 34
густина (основне виробництво) , кг/м ³	1738 – 1750
залишок на ситі № 0063 (9428 отв./см ²), %	1,6 – 2,2
I текучість на віскозиметрі, с	3 – 7
II текучість на віскозиметрі, с	5 – 14
коефіцієнт загусання	1,5 – 2,0
pH	8 - 9
температура шлікеру, °C	20 - 32
водовіддача, см	35 – 75

Приготований шлікер подається до ливарних конвеєрів.

Опис сушильного агрегату

Висушування відформованих та підв'ялених виробів відбувається в люлькових сушарках. Металевими горизонтальними перегородками сушарка розділена на шість ярусів по висоті, п'ять ярусів – робочих. Нижній ярус є холостим. Відбір теплоносія – зосереджений в загрузочному кінці сушарки. Подача теплоносія від печі у верхній ярус зі сторони вигрузки виробів теж зосереджена.

Передбачена можливість подачі теплоносія першим і другим, третім та четвертим робочими ярусами.

У першому, другому і п'ятому ярусах рух теплоносія протитоковий, а в третьому і четвертому ярусах – прямоточний. Між другим і третім ярусами встановлений осьовий циркуляційний вентилятор, що відбирає теплоносії з четвертого і п'ятого ярусів і направляючий його в третій і другий яруси. Цим же

вентилятором може бути здійснена часткова рециркуляція відпрацьованого теплоносія (з першого в другий і третій яруси). Температурний режим на п'ятому ярусі - 55-70 °С, на інших ярусах – 36-42°С.

Наступним технологічним етапом у виробництві санітарно-технічних виробів є процес глазурування. В даному виробництві ця операція здійснюється на глазурувальній лінії.

Описання глазурувальної лінії

При роботі глазур від вібросита подається на диски, що обертаються з великою частотою (приблизно 2000 об/хв.) і одержує обертовий рух. При цьому полива розпилюється.

Лінія з дисковими відцентровими розпилювачами складається з одноланцюгового вертикально замкненого візкового конвеєра, що безупинно рухається, вздовж якого послідовно встановлені: камера обдування, глазурувальна установка й камера контрольного додаткового глазурування.

Глазурувальна установка містить дві послідовно розташовані глазурувальні камери, кожна з яких обладнана трьома відцентровими розпилювачами з індивідуальними електроприводами.

Камера контрольного доглазурування призначена для візуального огляду глазурованих виробів і доглазурування при необхідності за допомогою пневматичного розпилювача окремих місць виробу.

На конвеєрі з дисковими розпилювачами можна одночасно глазурувати умивальники, змивні бачки й зовнішні поверхні унітазів.

Глазуровані вироби піддаються випалу для закріплення форми і набуття своїх основних властивостей. випал проводиться у тунельній печі.

Випал виробів в тунельній печі

Тунельну піч умовно розділяється на три зони: зона підігріву, зона випалу й зона охолодження.

Великий розмір виробів і складний профіль вимагають обережного нагрівання в період видалення конституційної води. Це досягається використанням циркуляційних пальників з високою швидкістю при порівняно низькій температурі повітря, що подається. Деяке уповільнення у швидкості

нагрівання виробів відбувається в інтервалі 800 - 900°С для кращого видалення продуктів дегазації маси.

Максимальна температура випалу становить 1260-1280 °С.

Охолодження виробів проводиться інтенсивно (до 400°С/год) до температури 700°С, тобто до проходження періоду модифікаційних перетворень кварцу, знижуючись далі до 60° С/год. Кінцеве охолодження форсують. Тривалість випалу складає 19 год.

Упаковка, транспортування і зберігання виробів

Упаковують вироби, як правило, у решітчасті дерев'яні ящики. Для більш економічного й зручного транспортування як при внутрішньо-цехових перевезеннях, так і при доставці продукції споживачам усе більш широко застосовуються контейнерний і пакетний способи упакування виробів. Найбільш економічні пакети на дерев'яних або металевих піддонах, повністю закриті термо-усадковою поліетиленовою плівкою. Процес упакування в такий пакет дуже простий і не вимагає дорогих і ремонтно-складних механізмів.

При зберіганні санітарно-технічних виробів треба розміщувати так, щоб були забезпечені:

- а) повна їхня збереження;
- б) вільний доступ до них для огляду, перевірки й обліку;
- в) максимальне використання кубатури складу;

2.5 Матеріальний баланс виробництва

Виходячи з завдання на проектування та матеріалів виробничої практики приймаємо такі вихідні дані для розрахунку (див. табл. 4.1. – 4.6)

4.1 Вихідні дані для розрахунку матеріального балансу

Основні параметри виробництва наведені у табл. 2.6.

Таблиця 2.6 Основні параметри виробництва

Параметр	Позначення	Величина
Продуктивність заводу, тис. шт. ум.	P	500
Випуск унітазів, %	n ₁	40,0

Випуск умивальників, %	n_2	60,0
Маса унітазу, кг	m_1	28,8
Маса умивальника, кг	m_2	14,6
Вміст поливи на виробів, %	$n_{пол}$	9,5
Вологість виробів після сушіння, %	W_C	1,2
Вологість виробів після підв'ялення, %	$W_{П}$	18,0
Вологість виробів після розбирання	W_p	23,0
Вологість шлікеру, %	$W_{шп}$	31,0
Вологість поливи, %	$W_{пол}$	37,0

Норми браку і втрат наведені у табл. 2.7.

Таблиця 2.7 Норми браку і втрат

Види браку і втрат	Позначення	Значення, %			
		унітази	умивальники	зворотні $B_{зв}$	незворотні
Складські втрати	B_1	0,2	0,2	-	100
Втрати під час транспортування шлікеру	B_2	0,12	0,12	-	100
Втрати під час подачі	B_3	1,6	1,6	-	100
Брак литва виробів	B_4	8,0	3,1	70	30
Брак під час сушіння	B_5	8,0	3,4	60	40
Брак сушіння политих	B_6	1,8	1,8	90	10
Брак під час випалу	B_7	9,8	8,3	90	10

Склад і характеристика компонентів маси наведені у табл. 2.8.

Таблиця 2.8 Склад і характеристика компонентів маси

Назва компоненту	Позначення компоненту	Вміст, мас. %	В.п.п., %	Вологість, %
Глина веселовська	n_1	12,8	9,00	21,0
Глина новорайська	n_2	11,5	9,42	22,5
Глуховецький каолін м/зб	n_3	10,1	13,40	22,0
Глуховецький каолін с/зб	n_4	10,6	13,41	9,0
Новоселицький каолін	n_5	8,6	13,95	19,0
Цеолітова порода	n_6	26,2	11,05	5,0
Пісок глуховецький	n_7	12,2	0,56	2,0
Черепок	n_8	8,0	-	-

Маса виробів на окремих стадіях виробництва наведені у табл. 2.9.

Таблиця 2.9 Маса виробів на окремих стадіях виробництва

Назва виробу	Маса після випалу, кг		Маса поливи на виробі, кг	Маса сухого виробу до випалу, кг	Маса виробу після сушіння, кг	Маса виробу під час вибирання з форм, кг
	политого	неполитого				
Унітаз	28,8	26,064	2,736	27,95	28,235	35,382
Умивальник	14,6	13,213	1,387	14,158	14,302	17,922

Склад і характеристика компонентів поливи наведені у табл. 2.10.

Таблиця 2.10 Склад і характеристика компонентів поливи

Назва компоненту	Позначення компоненту	Вміст, мас. %	В. п. п., %	Вологість, %
Пісок глуховецький	k ₁	21,5	0,56	2,0
Кварцово-польовошпатна	k ₂	33,0	0,80	0,5
Глина Веселовська	k ₃	3,5	9,00	21,0
Глуховецький каолін	k ₄	5,0	13,40	22,0
Цирконовий концентрат	k ₅	14,0	0,40	0,2
Крейда	k ₆	11,0	43,30	9,0
Тальк мелений	k ₇	4,0	4,50	0,5
Барій вуглекислий	k ₈	4,0	22,30	1,5
Цинкові білила	k ₉	4,0	0,40	2,5

Норми браку і втрат поливи наведені в табл. 2.11.

Таблиця 2.11 Норми браку і втрат поливи

Види браку і втрат	Позначення	Значення, %
Втрати під час глазурування виробів	B ₈	5,0
Втрати на масо-заготівельній дільниці	B ₉	3,0
Складські втрати	B ₁₀	0,2

Розрахунок матеріального балансу виробництва

Проводимо розрахунок матеріального балансу виробництва:

Річний випуск продукції складає:

унітазів в кількісному вираженні:

$$P_{\text{УН}} = P \cdot \pi_1 / 100 = 500000 \cdot 40 / 100 = 200000 \text{ шт./рік,}$$

де: P задана продуктивність цеху шт/рік.; π_1 – випуск унітазів, %;

маса унітазів на рік:

$$M_{\text{УН}} = m_1 \cdot P_{\text{УН}} = 28,8 \cdot 200000 = 5760000 \text{ кг/рік;}$$

умивальників в кількісному вираженні:

$$P_{\text{УМ}} = P \cdot p_2 / 100 = 500000 \cdot 60 / 100 = 300000 \text{ шт./рік},$$

де: P задана продуктивність цеху шт/рік.; p_2 – випуск умивальників, %;
маса умивальників на рік:

$$M_{\text{УМ}} = m_2 \cdot P_{\text{УМ}} = 14,6 \cdot 300000 = 4380000 \text{ кг/рік};$$

Кількість та маса виробів, які виходять із печі з врахуванням втрат під час випалу:

кількість унітазів

$$N_{\text{УН}} = \frac{P_{\text{УН}} \cdot 100}{100 - B_7} = \frac{200000 \cdot 100}{100 - 9,8} = 221729 \text{ шт./рік};$$

маса унітазів

$$M_{\text{УН}} = \frac{M_{\text{УН}} \cdot 100}{100 - B_7} = \frac{5760000 \cdot 100}{100 - 9,8} = 6385809,3 \text{ кг/рік},$$

кількість умивальників

$$N_{\text{УМ}} = \frac{P_{\text{УМ}} \cdot 100}{100 - B_7} = \frac{300000 \cdot 100}{100 - 8,3} = 327153 \text{ шт./рік};$$

маса умивальників

$$M_{\text{УМ}} = \frac{M_{\text{УМ}} \cdot 100}{100 - B_7} = \frac{4380000 \cdot 100}{100 - 8,3} = 4776444,9 \text{ кг/рік},$$

Втрати при прожарюванні маси становлять:

$$\begin{aligned} B_{\text{П.П.}} &= \frac{\sum_{i=1}^n n_i \cdot B_{\text{П.П.}_i}}{100} = \frac{12,8 \cdot 9,00 + 11,5 \cdot 9,42 + 10,1 \cdot 13,40}{100} + \\ &+ \frac{10,6 \cdot 13,41 + 8,6 \cdot 13,95 + 26,2 \cdot 11,05 + 12,2 \cdot 0,56}{100} = 9,17 \text{ \%}; \end{aligned}$$

де: $B_{\text{П.П.}_i}$ - втрати при прожарюванні i -го компоненту маси, %; n_i - вміст i -го компоненту в масі, %.

Маса виробів, які надходять у піч з врахуванням $B_{\text{П.П.}}$ і вологості після сушіння W_C :

маса унітазів

$$M_{2\text{УН}} = \frac{M_{\text{УН}} \cdot 100 \cdot 100}{(100 - B_{\text{П.П.}}) \cdot (100 - W_C)} = \frac{6385809,3 \cdot 100 \cdot 100}{(100 - 9,17) \cdot (100 - 1,2)} = 7115897,54 \text{ кг/рік},$$

маса умивальників

$$M_{2\text{УМ}} = \frac{M_{\text{УМ}} \cdot 100 \cdot 100}{(100 - B_{\text{П.П.}}) \cdot (100 - W_C)} = \frac{4776444,9 \cdot 100 \cdot 100}{(100 - 9,17) \cdot (100 - 1,2)} = 5322534,85 \text{ кг/рік},$$

Подається виробів для нанесення глазурі, з врахуванням браку сушіння политих виробів:

кількість унітазів

$$N_{3\text{УН}} = \frac{N_{\text{УН}} \cdot 100}{100 - B_6} = \frac{221729 \cdot 100}{100 - 1,8} = 225793 \text{ шт./рік};$$

маса унітазів

$$M_{3УН} = \frac{M_{2УН} \cdot 100}{100 - B_6} = \frac{7115897,54 \cdot 100}{100 - 1,8} = 7246331,5 \text{ кг/рік,}$$

кількість умивальників

$$N_{3УМ} = \frac{N_{1УМ} \cdot 100}{100 - B_6} = \frac{327153 \cdot 100}{100 - 1,8} = 333149 \text{ шт./рік;}$$

маса умивальників

$$M_{3УМ} = \frac{M_{2УМ} \cdot 100}{100 - B_6} = \frac{5332534,85 \cdot 100}{100 - 1,8} = 5430279,9 \text{ кг/рік,}$$

Подається виробів для сушіння з врахуванням браку під час сушіння B_5 :

кількість унітазів

$$N_{4УН} = \frac{N_{3УН} \cdot 100}{100 - B_5} = \frac{225793 \cdot 100}{100 - 8,0} = 245427 \text{ шт./рік;}$$

маса унітазів

$$M_{4УН} = \frac{M_{3УН} \cdot 100}{100 - B_5} = \frac{7246331,5 \cdot 100}{100 - 8,0} = 7876447,3 \text{ кг/рік,}$$

кількість умивальників

$$N_{4УМ} = \frac{N_{3УМ} \cdot 100}{100 - B_5} = \frac{333149 \cdot 100}{100 - 3,4} = 344875 \text{ шт./рік;}$$

маса умивальників

$$M_{4УМ} = \frac{M_{3УМ} \cdot 100}{100 - B_5} = \frac{5430279,9 \cdot 100}{100 - 3,4} = 5621407,8 \text{ кг/рік,}$$

Маса браку сушіння складає:

унітазів

$$M_{БУН} = M_{4УН} - M_{3УН} = 7876447,3 - 7246331,5 = 630115,8 \text{ кг/рік;}$$

умивальників

$$M_{БУМ} = M_{4УМ} - M_{3УМ} = 5621407,8 - 5430279,9 = 191127,9 \text{ кг/рік.}$$

Усього браку сушіння:

$$M_{БС} = M_{БУН} + M_{БУМ} = 630115,8 + 191127,9 = 821243,7 \text{ кг/рік.}$$

Подається виробів для сушіння з врахуванням вологості після підв'ялення W_{Π} , % з урахуванням вологості після сушіння W_C ,%:

маса унітазів

$$M_{5УН} = \frac{M_{4УН} \cdot (100 - W_C)}{100 - W_{\Pi}} = \frac{7876447,3 \cdot (100 - 1,2)}{100 - 18,0} = 9490158,5 \text{ кг/рік,}$$

маса умивальників

$$M_{5УМ} = \frac{M_{4УМ} \cdot (100 - W_C)}{100 - W_{\Pi}} = \frac{5621407,8 \cdot (100 - 1,2)}{100 - 18,0} = 6773110,9 \text{ кг/рік.}$$

Розбирається з форм виробів при вологості підв'ялення з врахуванням браку литва:

$$N_{6УН} = \frac{\text{кількість унітазів} \cdot N_{4УН} \cdot 100}{100 - B_4} = \frac{245427 \cdot 100}{100 - 8,0} = 266573 \text{ шт./рік};$$

$$M_{6УН} = \frac{\text{маса унітазів} \cdot M_{5УН} \cdot 100}{100 - B_4} = \frac{9490158,5 \cdot 100}{100 - 8,0} = 10315389,7 \text{ кг/рік},$$

$$N_{6УМ} = \frac{\text{кількість умивальників} \cdot N_{4УМ} \cdot 100}{100 - B_4} = \frac{344875 \cdot 100}{100 - 3,1} = 355908 \text{ шт./рік};$$

$$M_{6УМ} = \frac{\text{маса умивальників} \cdot M_{5УМ} \cdot 100}{100 - B_4} = \frac{6773110,9 \cdot 100}{100 - 3,1} = 6989794,5 \text{ кг/рік}$$

Маса браку литва становить:

$$M_{БЛУН} = M_{6УН} - M_{5УН} = 10315389,5 - 9490158,5 = 825231 \text{ кг/рік};$$

$$M_{БЛУМ} = M_{6УМ} - M_{5УМ} = 6989794,5 - 6773110,9 = 216683,6 \text{ кг/рік}.$$

Усього браку:

$$M_{БЛ} = M_{БЛУН} + M_{БЛУМ} = 750158 + 163319 = 1041914,6 \text{ кг/рік}.$$

Виймається з форм виробів при вологості W_p % .

$$M_{7УН} = \frac{\text{маса унітазів} \cdot M_{6УН} \cdot (100 - W_{II})}{100 - W_p} = \frac{10315389,7 \cdot (100 - 18,0)}{100 - 23,0} = 10985220,2 \text{ кг/рік},$$

$$M_{7УМ} = \frac{\text{маса умивальників} \cdot M_{6УМ} \cdot (100 - W_{II})}{100 - W_p} = \frac{6989794,5 \cdot (100 - 18,0)}{100 - 23,0} = 7443677,3 \text{ кг/рік}.$$

Подається шлікер для відливання виробів:

$$M_{8УН} = \frac{\text{маса шлікеру для унітазів} \cdot M_{7УН} \cdot (100 - W_p)}{100 - W_{III}} = \frac{10985220,2 \cdot (100 - 23,0)}{100 - 31,0} = 12258868,9 \text{ кг/рік},$$

$$M_{8УМ} = \frac{\text{маса шлікеру для умивальників} \cdot M_{7УМ} \cdot (100 - W_p)}{100 - W_{III}} = \frac{7443677,3 \cdot (100 - 23,0)}{100 - 31,0} = 8306712,3 \text{ кг/рік}.$$

Усього подати шлікеру для відливання виробів:

$$M_8 = M_{8УН} + M_{8УМ} = 12258868,9 + 8306712,3 = 20565581,2 \text{ кг/рік}.$$

Подається шлікер на дільницю лиття, з врахуванням втрат B_3 , %:

$$M_9 = \frac{M_8 \cdot 100}{100 - B_3} = \frac{20565581,2 \cdot 100}{100 - 1,6} = 20899980,9 \text{ кг/рік},$$

Готується шлікер із браку сушіння та лиття з врахуванням зворотності браку литва B_{3B4} та браку сушіння B_{3B5} :

$$M_{3BIII} = \frac{B_{3B4} \cdot M_{БЛ} \cdot (100 - W_{II})}{100 \cdot (100 - W_{III})} + \frac{B_{3B5} \cdot M_{БС} \cdot (100 - W_C)}{100 \cdot (100 - W_{III})} =$$

$$= \frac{70 \cdot 1041914,6 \cdot (100 - 18,0)}{100 \cdot (100 - 31,0)} + \frac{60 \cdot 821243,7 \cdot (100 - 1,2)}{100 \cdot (100 - 31,0)} = 1572307,6 \text{ кг/рік.}$$

Готується шлікер з врахуванням повернення браку:

$$M_{10} = M_9 - M_{3BIII} = 20899980,9 - 1572307,6 = 19327673,3 \text{ кг/рік.}$$

Подається шлікер з врахуванням втрат під час транспортування:

$$M_{11} = \frac{M_{10} \cdot 100}{100 - B_2} = \frac{19327673,3 \cdot 100}{100 - 0,12} = 19350894,4 \text{ кг/рік.}$$

Необхідна кількість шлікеру в перерахунку на абсолютно суху речовину:

$$M_{12} = \frac{M_{11} \cdot (100 - W_{III})}{100} = \frac{19350894,4 \cdot (100 - 31,0)}{100} = 13352117,1 \text{ кг/рік.}$$

Маса сировинних компонентів по абсолютно сухій масі, що подаються для приготування шлікеру, із врахуванням складських втрат:

веселовської глини

$$M_{12}^1 = \frac{n_1 \cdot M_{12}}{100 - B_1} = \frac{12,8 \cdot 13352117,1}{100 - 0,2} = 1712495,9 \text{ кг/рік.}$$

ново-райської глини

$$M_{12}^2 = \frac{n_2 \cdot M_{12}}{100 - B_1} = \frac{11,5 \cdot 13352117,1}{100 - 0,2} = 1538570,6 \text{ кг/рік.}$$

глуховецького каоліну мокрого збагачення:

$$M_{12}^3 = \frac{n_3 \cdot M_{12}}{100 - B_1} = \frac{10,1 \cdot 13352117,1}{100 - 0,2} = 1351266,4 \text{ кг/рік.}$$

глуховецького каоліну сухого збагачення

$$M_{12}^4 = \frac{n_4 \cdot M_{12}}{100 - B_1} = \frac{10,6 \cdot 13352117,1}{100 - 0,2} = 1418160,7 \text{ кг/рік.}$$

новоселецького каоліну

$$M_{12}^5 = \frac{n_5 \cdot M_{12}}{100 - B_1} = \frac{8,6 \cdot 13352117,1}{100 - 0,2} = 1150583,2 \text{ кг/рік.}$$

цеоліту

$$M_{12}^6 = \frac{n_6 \cdot M_{12}}{100 - B_1} = \frac{26,2 \cdot 13352117,1}{100 - 0,2} = 2505265,2 \text{ кг/рік;}$$

піску

$$M_{12}^7 = \frac{n_7 \cdot M_{12}}{100 - B_1} = \frac{12,2 \cdot 13352117,1}{100 - 0,2} = 1632222,7 \text{ кг/рік};$$

черепу

$$M_{12}^8 = \frac{n_8 \cdot M_{12}}{100 - B_1} = \frac{8,0 \cdot 13352117,1}{100 - 0,2} = 1070309,9 \text{ кг/рік}.$$

Маса сировинних компонентів, що подаються на склад із врахуванням їх вологості:

веселовської глини

$$M_{13}^1 = \frac{M_{12}^1 \cdot 100}{100 - W_K^1} = \frac{1712495,9 \cdot 100}{100 - 21,0} = 2167716,3 \text{ кг/рік};$$

де: W_K^1 - вологість першого компоненту, тобто веселовської глини.

ново-райської глини

$$M_{13}^2 = \frac{M_{12}^2 \cdot 100}{100 - W_K^2} = \frac{1538570,6 \cdot 100}{100 - 22,5} = 1985252,4 \text{ кг/рік};$$

глуховецького каоліну мокрого збагачення

$$M_{13}^3 = \frac{M_{12}^3 \cdot 100}{100 - W_K^3} = \frac{1351266,4 \cdot 100}{100 - 22,0} = 1732392,8 \text{ кг/рік};$$

глуховецького каоліну сухого збагачення

$$M_{13}^4 = \frac{M_{12}^4 \cdot 100}{100 - W_K^4} = \frac{1418160,7 \cdot 100}{100 - 9,0} = 1558418,4 \text{ кг/рік};$$

новоселецького каоліну

$$M_{13}^5 = \frac{M_{12}^5 \cdot 100}{100 - W_K^5} = \frac{1150583,2 \cdot 100}{100 - 19,0} = 1420473,1 \text{ кг/рік};$$

цеоліту

$$M_{13}^6 = \frac{M_{12}^6 \cdot 100}{100 - W_K^6} = \frac{3505265,2 \cdot 100}{100 - 5,0} = 3689752,8 \text{ кг/рік};$$

піску

$$M_{13}^7 = \frac{M_{12}^7 \cdot 100}{100 - W_K^7} = \frac{1632222,7 \cdot 100}{100 - 2,0} = 1665533,4 \text{ кг/рік};$$

черепу

$$M_{13}^8 = \frac{M_{12}^8 \cdot 100}{100 - W_K^8} = \frac{1070309,9 \cdot 100}{100 - 0} = 1070309,9 \text{ кг/рік}.$$

Загальна маса сировинних матеріалів, що подаються на склад:

$$M_{13} = \sum_{i=1}^7 M_{13}^i = 2167716,3 + 1985252,4 + 1732392,8 + \\ + 1558418,4 + 1420473,1 + 3689752,8 + 1665533,4 = 14219539,2, \text{ кг/рік}$$

Маса поливи на виробках при виході з печі з врахуванням втрат при обпалі:
на унітазах

$$M_{1пол} = \frac{M_{1УН} \cdot n_{пол}}{100} = \frac{6385809,3 \cdot 9,5}{100} = 606651,9 \text{ кг/рік}$$

на умивальниках

$$M_{2пол} = \frac{M_{1УМ} \cdot n_{пол}}{100} = \frac{4776444,9 \cdot 9,5}{100} = 453762,3 \text{ кг/рік}$$

сумарна кількість поливи

$$M_{3пол} = M_{1пол} + M_{2пол} = 606651,9 + 453762,3 = 1060414,2 \text{ кг/рік}$$

Втрати поливи при прожарюванні:

$$B.П.П. = \frac{\sum_{i=1}^n k_i \cdot B.П.П._i}{100} = \frac{21,5 \cdot 0,56 + 33,0 \cdot 0,80 + 3,5 \cdot 9,00 + 5,0 \cdot 13,40 + 14,0 \cdot 0,40}{100} + \\ + \frac{11,0 \cdot 43,30 + 4,0 \cdot 4,50 + 4,0 \cdot 22,30 + 4,0 \cdot 0,40}{100} = 7,27 \%$$

Маса поливи на виробках, які надходять у піч з врахуванням В.п.п.:

$$M_{4пол} = \frac{M_{3пол} \cdot 100}{(100 - B.П.П.)} = \frac{1060414,2 \cdot 100}{(100 - 7,27)} = 1143550,3 \text{ кг/рік}$$

Маса поливи з врахуванням втрат при глазуруванні і в перерахунку на суху масу:

$$M_{5пол} = \frac{M_{4пол} \cdot (100 - W_{пол})}{(100 - B_8)} = \frac{964214,5 \cdot (100 - 37)}{(100 - 5,0)} = 758354,4 \text{ кг/рік}$$

Необхідна кількість поливи з врахуванням втрат на масозаготівельній дільниці:

$$M_{6пол} = \frac{M_{5пол} \cdot 100}{(100 - B_9)} = \frac{639426,5 \cdot 100}{(100 - 3,0)} = 781808,7 \text{ кг/рік.}$$

2.5.1 Вибір та розрахунки кількості основного технологічного обладнання

Для розрахунку кількості обладнання, врахуванням матеріалів практики, приймаємо режим роботи підприємства, який наведено в табл. 2.12.

Таблиця 2.12 - Режим роботи підприємства.

№ п/п	Дільниця	Кількість робочих днів в році	Кількість змін	Кількість годин в зміні	Кількість робочих годин в зміні
1	Склад сировини	350	1	8	2800
2	Масозаготівельна дільниця	350	2	12	8400
3	Поточна конвейерна лінія	350	2	12	8400
4	Склад готової продукції	350	1	8	2800

Розрахунок габаритних розмірів складу та підбір складського обладнання

Розрахунок площі відсіків під сировину та загальної площі складу:

під веселовську глину

$$S_1 = \frac{Q_v \cdot n_c}{h \cdot K_p} = \frac{M_{13}^1}{350 \cdot \rho_{\text{мат}}} \cdot \frac{n_c}{h \cdot K_p} = \frac{1829470,3}{350 \cdot 1650} \cdot \frac{15}{3 \cdot 0,5} = 31,7 \text{ м}^2$$

де Q_v - добова витрата сировини, $\text{м}^3/\text{добу}$; n_c – нормативний запас сировини, діб (приймаю $n_c = 15$ діб); h – висота засипання сировини, м (приймаю $h = 3$ м); K_p – коефіцієнт розпушування сировини ($K_p = 0,4 - 0,6$; приймаю $K_p = 0,5$); $\rho_{\text{мат}}$ – насипна густина матеріалу; 350 – кількість робочих діб в році.[18]

під ново-райську глину

$$S_2 = \frac{M_{13}^2}{350 \cdot \rho_{\text{мат}}} \cdot \frac{n_c}{h \cdot K_p} = \frac{1675477,5}{350 \cdot 1650} \cdot \frac{15}{3 \cdot 0,5} = 29,0 \text{ м}^2$$

під глуховецький каолін м/зб

$$S_3 = \frac{M_{13}^3}{350 \cdot \rho_{\text{мат}}} \cdot \frac{n_c}{h \cdot K_p} = \frac{1462073,7}{350 \cdot 1100} \cdot \frac{15}{3 \cdot 0,5} = 38,0 \text{ м}^2$$

під глуховецький каолін с/зб

$$S_4 = \frac{M_{13}^4}{350 \cdot \rho_{\text{мат}}} \cdot \frac{n_c}{h \cdot K_p} = \frac{1315245,9}{350 \cdot 1100} \cdot \frac{15}{3 \cdot 0,5} = 34,2 \text{ м}^2$$

під новоселицький каолін

$$S_5 = \frac{M_{13}^5}{350 \cdot \rho_{\text{мат}}} \cdot \frac{n_c}{h \cdot K_p} = \frac{1198825,3}{350 \cdot 1150} \cdot \frac{15}{3 \cdot 0,5} = 29,8 \text{ м}^2$$

під цеоліт

$$S_6 = \frac{M_{13}^6}{350 \cdot \rho_{\text{мат}}} \cdot \frac{n_c}{h \cdot K_p} = \frac{3114011,2}{350 \cdot 2200} \cdot \frac{15}{3 \cdot 0,5} = 40,4 \text{ м}^2$$

під пісок глуховецький

$$S_7 = \frac{M_{13}^7}{350 \cdot \rho_{\text{мат}}} \cdot \frac{n_c}{h \cdot K_p} = \frac{1405646,9}{350 \cdot 1900} \cdot \frac{15}{3 \cdot 0,5} = 21,1 \text{ м}^2$$

Тоді площа складу відведена під сировину складе:

$$S_{\text{мат}} = \sum_{i=1}^n S_i = 31,7 + 29,0 + 38,0 + 34,2 + 29,8 + 40,4 + 21,1 = 224,2 \text{ м}^2$$

Площа складу зайнята під обладнання:

$$S_{\text{обл}} = 0,1 \cdot S_{\text{мат}} = 0,1 \cdot 224,2 = 22,4 \text{ м}^2$$

Площа складу під транспортні під'їзди шляхи:

$$S_{\text{тр}} = 0,15 \cdot S_{\text{мат}} = 0,15 \cdot 224,2 = 33,6 \text{ м}^2$$

Загальна площа складу:

$$S_{\text{заг}} = S_{\text{мат}} + S_{\text{обл}} + S_{\text{тр}} = 224,2 + 22,4 + 33,6 = 280,2 \text{ м}^2$$

Приймемо ширину складу $a = 18$ м, тоді довжина його складе:

$$b = \frac{S_{\text{заг}}}{a} = \frac{280,2}{18} = 15,6 \text{ м}$$

приймемо довжину складу $b = 18$ м і матимемо площу складу

$$S_{\text{заг}} = 18 \cdot 18 = 324 \text{ м}^2$$

Вибір грейферного крана:

Продуктивність крана становить:

$$q_{\text{кр}} = \frac{60 \cdot K \cdot g}{\tau_{\text{ц}}} = \text{кг/год.}$$

де: K – коефіцієнт, який враховує ступінь заповнення ковша (0,8 – 0,9; приймаю $K = 0,8$); g – вантажопідйомність ковша (візьму $g = 10000$ кг), кг; $\tau_{\text{ц}}$ – тривалість циклу роботи крана, хв. ($\tau_{\text{ц}} = 2$ хв.).

Потреба в сировинних матеріалах:

$$M_{13}^{\text{зод}} = \frac{M_{13}}{2800} = \frac{12000750,8}{2800} = 4286,0 \text{ кг/год.}$$

Технічні характеристики мостового грейферного крана наведена в табл. 2.13.

Таблиця 2.13 - Технічні характеристики мостового грейферного крана

Показник	Вантажопідйомність, т	
	5	10
Прогін, м	10,5 – 34,5	11 – 32
Висота підйому, м	22	20

Швидкості, м/хв.		
підйому ковша	40	40
руху візка крана	40	40
руху крана	73	100
Об'єм ковша, м ³ :		
при насипній густині матеріалу 1,8 м ³	1,6	3,0
при насипній густині матеріалу 1,6 м ³	2,5	-
Потужність електродвигунів, кВт	22	45
Загальна маса крана, т	13,4 – 31,0	39,0 – 61,9

Кількість грейферних кранів:

$$n_{кр} = \frac{M_{13}^{зод}}{q_{кр}} = \frac{4286,0}{24000} = 0,18 \text{ шт.}$$

Тобто достатньо одного крана.

Розрахунок об'єму і габаритних розмірів бункерів:

для глини:

веселовської

$$V_1 = 1,11 \cdot \frac{g \cdot \tau}{\rho_{\text{мат}}} = 1,11 \cdot \frac{M_{13}^1}{2800} \cdot \frac{\tau}{\rho_{\text{мат}}} = 1,11 \cdot \frac{1829470,3}{2800} \cdot \frac{24}{1650} = 10,5 \text{ м}^3$$

де 1,11 – коефіцієнт, що враховує ступінь заповнення бункера матеріалом; g – годинна масова потреба у сировині, кг/год; τ – нормативна тривалість зберігання сировини в бункері, год; ρ – насипна густина матеріалу, кг/м³; 2800 – кількість робочих годин в році для складу.[19]

Прийнявши висоту бункерів за $h = 2$ м, а форму взявши прямокутну, одержимо габаритні розміри:

$$S_{\text{бун}}^1 = \frac{V_1}{h} = \frac{10,5}{2} = 5,25 \text{ м}^2$$

при $a_1 = 2,3$ м

$$b_1 = \frac{S_{\text{бун}}^1}{a_1} = \frac{5,25}{2,3} = 2,3 \text{ м}$$

Ново-райської

$$V_2 = 1,11 \cdot \frac{g \cdot \tau}{\rho_{\text{мат}}} = 1,11 \cdot \frac{M_{13}^2}{2800} \cdot \frac{\tau}{\rho_{\text{мат}}} = 1,11 \cdot \frac{1675477,5}{2800} \cdot \frac{24}{1650} = 9,7 \text{ м}^3$$

$$S_{\text{бун}}^2 = \frac{V_2}{h} = \frac{10,5}{2} = 4,85 \text{ м}^2$$

при $a_2 = 2,2 \text{ м}$

$$b_2 = \frac{S_{\text{бун}}^2}{a_2} = \frac{4,85}{2,2} = 2,2 \text{ м}$$

для каолінів:

глуховецького мокрого збагачення

$$V_3 = 1,11 \cdot \frac{M_{13}^3}{2800} \cdot \frac{\tau}{\rho_{\text{мат}}} = 1,11 \cdot \frac{1462073,7}{2800} \cdot \frac{24}{1100} = 12,6 \text{ м}^3$$

$$S_{\text{бун}}^3 = \frac{V_3}{h} = \frac{12,6}{2} = 6,3 \text{ м}^2$$

при $a_3 = 2,5 \text{ м}$

$$b_3 = \frac{S_{\text{бун}}^3}{a_3} = \frac{6,3}{2,5} = 2,5 \text{ м}$$

глуховецького сухого збагачення

$$V_4 = 1,11 \cdot \frac{M_{13}^4}{2800} \cdot \frac{\tau}{\rho_{\text{мат}}} = 1,11 \cdot \frac{1315245,9}{2800} \cdot \frac{24}{1100} = 11,4 \text{ м}^3$$

$$S_{\text{бун}}^4 = \frac{V_4}{h} = \frac{11,4}{2} = 5,7 \text{ м}^2$$

при $a_4 = 2,4 \text{ м}$

$$b_4 = \frac{S_{\text{бун}}^4}{a_4} = \frac{5,7}{2,4} = 2,4 \text{ м}$$

для новоселицького каоліну

$$V_5 = 1,11 \cdot \frac{M_{13}^5}{2800} \cdot \frac{\tau}{\rho_{\text{мат}}} = 1,11 \cdot \frac{1198825,3}{2800} \cdot \frac{24}{1150} = 9,9 \text{ м}^3$$

$$S_{\text{бун}}^5 = \frac{V_5}{h} = \frac{9,9}{2} = 4,95 \text{ м}^2$$

при $a_5 = 2,2 \text{ м}$

$$b_5 = \frac{S_{\text{бун}}^5}{a_5} = \frac{4,95}{2,2} = 2,2 \text{ м}$$

для цеоліту:

$$V_6 = 1,11 \cdot \frac{M_{13}^6}{2800} \cdot \frac{\tau}{\rho_{\text{мат}}} = 1,11 \cdot \frac{3114011,2}{2800} \cdot \frac{24}{2200} = 13,5 \text{ м}^3$$

$$S_{\text{бун}}^6 = \frac{V_6}{h} = \frac{13,5}{2} = 6,75 \text{ м}^2$$

при $a_6 = 2,6 \text{ м}$

$$b_6 = \frac{S_{\text{бун}}^6}{a_6} = \frac{6,75}{2,6} = 2,6 \text{ м}$$

для піску:

$$V_7 = 1,11 \cdot \frac{M_{13}^7}{2800} \cdot \frac{\tau}{\rho_{\text{мат}}} = 1,11 \cdot \frac{1405646,9}{2800} \cdot \frac{24}{1900} = 7,0 \text{ м}^3$$

$$S_{\text{бун}}^7 = \frac{V_7}{h} = \frac{7,0}{2} = 3,5 \text{ м}^2$$

при $a_7 = 1,9 \text{ м}$

$$b_7 = \frac{S_{\text{бун}}^7}{a_7} = \frac{3,5}{1,9} = 1,9 \text{ м}$$

З техніко-економічних міркувань приймаємо розміри всіх бункерів $a \times b = 2,6 \times 2,6$.

Розрахунок обладнання для приготування шлікеру

Підготовка глини

Вибір стругача:

потреба в глині, $\text{м}^3/\text{год}$

$$M_{\text{гл}} = \frac{M_{13}^1 + M_{13}^2}{\rho \cdot 8400} = \frac{1829470,3 + 1675477,5}{1650 \cdot 2800} = 0,76 \text{ м}^3/\text{год}$$

Технічні характеристики стругачів наведені у таблиці 2.14

Таблиця 2.14 – Технічна характеристика стругачів

Показники	Розміщення ріжучого диска		
	Горизонтальне		Вертикальне
Діаметр ріжучого диска, мм	2100	1500	1100
Кутова швидкість, об/хв	12,5	30	-
Загальна кількість ножів	36	36	16
Ширина ножа, мм	70	70	50 – 65
Нижній діаметр і висота загрузочної воронки, мм	2000×64 0	1400×60 0	-
Продуктивність, $\text{м}^3/\text{год}$	12	7	1,5
Потрібна потужність, кВт	14,7	10,3	1,5 – 2,2
Габаритні розміри (довжина, ширина, висота), м	3,6×2,5 ×1,9	3,3×1,8 ×1,3	1,3×0,8×1 ,2
Маса, кг	7160	-	-

Обираю стругач з горизонтальним розміщенням ріжучого диску і продуктивністю $q_{ст} = 1,5 \text{ м}^3/\text{год}$

$$n_{стр} = \frac{M_{зл}}{q_{кр}} = \frac{0,76}{1,5} = 0,51 \text{ шт.}$$

тобто потрібен один стругач.

5.2.1.2 Вибір млина для безперервного розпуску глини:

$$M_{зл} = \frac{M_{13}^1 + M_{13}^2}{2800 \cdot 1000} = \frac{1829470,3 + 1675477,5}{2800 \cdot 1000} = 1,25 \text{ т/год.}$$

Технічна характеристика кульового млина наведена в табл. 2.15

Таблиця 2.15 - Технічна характеристика кульового млина

Характеристика	Кульовий млин
Продуктивність по сухій масі, т/год.	
проектна	1,6
при дослідженні	1,6
Габаритні розміри, мм:	
довжина	5270
ширина	2374
висота	3350
Площа, що займається, м^2	12,5
Потужність, кВт:	
встановлена	14
споживана	13
Маса машини, т	16
Питома витрата електроенергії, кВт · год./т	8,1

$$n_{мл} = \frac{M_{зл}}{q_{мл} \cdot k_1 \cdot k_2} = \frac{1,25}{1,6 \cdot 0,8 \cdot 0,8} = 1,22 \text{ шт.}$$

Тобто беремо два кульових млина з продуктивністю $q_{мл} = 1,6 \text{ т/год.}$

Розрахунок басейна з пропелерною мішалкою

необхідний запас розпущеної глини

$$V_{\text{ргл}} = \frac{(M_{13}^1 + M_{13}^2)}{(100 - W_{\text{ргл}}) \cdot \rho_{\text{ргл}} \cdot 350} \cdot 100 = \frac{(1829470,3 + 1675477,5)}{(100 - 33) \cdot 1670 \cdot 350} \cdot 100 = 8,95 \text{ м}^3/\text{добу}$$

де $W_{\text{ргл}}$ – вологість розпущеної глини, % ($W_{\text{ргл}} = 33$ %); $\rho_{\text{ргл}}$ – густина розпущеної глини, кг/м³ ($\rho_{\text{ргл}} = 1670$ кг/м³).

Характеристики пропелерних мішалок наведені в табл.2.16

Таблиця 2.16 - Характеристики пропелерних мішалок

Показники	Мішалки		
	СМ - 242	СМ - 243	СМ – 244
Резервуар:			
глибина, м	1,3	2,1	2,5
діаметр, м	1,95	3,45	3,75
ємність, м ³	1	4	10
Гвинт:			
діаметр, мм	300	500	750
кутова швидкість, об/хв.	300	250	200
Потужність електродвигуна, кВт	1	2,8	4,5
Маса мішалки без резервуара, кг	190	595	1250

Вибираю мішалку СМ – 244 з резервуаром ємністю 10 м³.

Необхідна кількість резервуарів

$$n_p = \frac{V_{\text{ргл}}}{V_{\text{рез}} \cdot K_z} = \frac{8,95}{10 \cdot 0,8} = 1,12 \text{ шт.}$$

де $V_{\text{рез}}$ – ємність резервуара, м³; K_z – коефіцієнт заповнення резервуара ($K_z = 0,8 - 0,9$; приймаємо $K_z = 0,8$).

Тобто вибираю дві мішалки з резервуаром на 10 м³.

Вибір мембранної помпи

потреба в розпущеній глині, л/год

$$V_{\text{ргл/год}} = \frac{V_{\text{ргл}} \cdot 1000}{8} = \frac{8,95 \cdot 1000}{8} = 1118,75 \text{ л/год}$$

де 8 – кількість робочих годин в добі; 1000 – перевідний коефіцієнт з м³ в л.

Технічні характеристики двохциліндрових мембранних насосів наведені в табл.2.17.

Таблиця 2.17 - Технічні характеристики двохциліндрових мембранних насосів

Показники	Продуктивність насоса, л/год			
	4200	6400	1800	6400
Діаметр поршня, мм	80	100	50	100
Хід поршня, мм	200	200	180	200
Діаметр всмоктуючої і нагнітаючої труб, мм	51	63	40	63
Тип приводу	Ремінна передача		Через редуктор	
Діаметр привідного шківу, мм	800	900	-	-
Ширина привідного шківу, мм	170	220	-	-
Потужність двигуна, кВт	1,5	2,2	1,0	5,5
Габаритні розміри (довжина×ширина×висота), м	0,9×1,3×1,9	1×1,3×2	0,8×0,9×0,5	-
Маса, кг	1200	1400	450	1550

Вибираю мембранну помпу з продуктивністю 1800 л/год.

необхідна кількість мембранних помп

$$n_{мп} = \frac{V_{рзл/год}}{q_{мп} \cdot k_1} = \frac{1118,75}{1800 \cdot 0,8} = 0,78 \text{ шт}$$

Отже, достатньо буде однієї мембранної помпи з продуктивністю 1800 л/год. Для зручності проведення технологічного процесу приймаємо три насоси, по одному на резервуар.

Вибір об'ємного дозатора

Приймаю об'ємний дозатор періодичної дії.

Висоту дозатора прийму $h = 3,0$ м, тоді площа, яку він займатиме

$$S_{доз} = \frac{V_{рзл}}{h \cdot k_1 \cdot k_2} = \frac{8,95}{3,0 \cdot 0,8 \cdot 0,8} = 4,7 \text{ м}^2$$

З технічних міркувань приймемо ширину і довжину дозатора рівними: $a = 2,2$ м, $b = 2,2$ м.

Підготовка каолінів

Вибір дозувальних ваг

Приймаю дозувальну вагу АВДІ-1200Ф в кількості п'ять штук (для дозування опіснюючих матеріалів). Технічна характеристика вагів наведена в табл. 2.18.

Таблиця 2.18 Технічна характеристика вагів

Параметр	АВДІ-1200Ф
Межі зважування, кг	200...1200
Ціна найменшої поділки шкали циферблата, кг	2
Допустима похибка, %	⁺ 3
Кількість фракцій, що зважуються	1
Габаритні розміри, мм:	
довжина	2060
ширина	1175
Висота	2660
Маса, кг	580

Підготовка опіснюючих матеріалів

Розрахунок кульового млина

годинна потреба матеріалу, який необхідно розмолоти

$$M_r = \frac{M_{13}^5 + M_{13}^6 + M_{13}^7 + M_{13}^8}{2800} = \frac{1198825,3 + 3114011,2 + 1405646,9 + 903301}{2800} = 2364,9$$

кг/год

Технічні характеристики млинів наведені у табл. 2.19.

Таблиця 2. 19 Технічні характеристики млинів

Показник	TMNP					MBM-1800	MBM-2200
	10	14	17	19	24		
Об'єм барабана, л	500	1300	3420	4400	3200	4400	8200
Розмір барабана, мм							
діаметр	810	1260	1610	1725	2175	1800	2200
довжина	810	1090	1690	1860	2210	2140	2660
Частота обертання, 1/с	0,58	0,40	0,3	0,27	0,23	0,3	0,23
Потужність електродвигуна, кВт	20,	3,8	8,0	10,0	14,0	13	17
Маса матеріалу, що завантажується, кг	250	650	1700	2200	4100	2200	4100
Маса футерування, кг	445	1100	2115	2890	4350	3080	-

Обираю млин MBM-2200 з завантаженням 4100 кг.

продуктивність млина

$$q_{мл2} = \frac{m}{\tau_n} = \frac{4100}{8} = 512,5 \text{ кг/ГОД}$$

необхідна кількість млинів

$$n_{мл2} = \frac{M_{\Gamma}}{q_{мл2}} = \frac{2364,9}{512,5} = 4,6 \text{ шт}$$

Отже, необхідно п'ять млинів MBM-2200.

Розрахунок басейна з пропелерною мішалкою

необхідний запас суспензії мелених опіснюючих матеріалів

$$V_{ром} = \frac{M_{13}^5 + M_{13}^6 + M_{13}^7 + M_{13}^8}{(100 - W_{ром}) \cdot \rho_{ром} \cdot 350} \cdot 100 = \frac{1198825,3 + 3114011,2 + 1405646,9 + 903301}{(100 - 33) \cdot 1720 \cdot 350} \cdot 100 = 16,42 \text{ м}^3/\text{добу}$$

де $W_{ром}$ – вологість мелених опіснюючих матеріалів, %; $\rho_{ром}$ – густина суспензії, кг/м³ [21].

Вибираю пропелерну мішалку СМ-244

Необхідна кількість резервуарів

$$n_{p2} = \frac{V_{ром}}{V_{рез} \cdot K_3} = \frac{16,42}{10 \cdot 0,8} = 2,05 \text{ шт}$$

Отже, необхідно три мішалки типу СМ-244 з резервуарами на 10 м^3

Вибір мембранної помпи

потреба в суспензії опіснюючих матеріалів, л/год

$$V_{ром/год} = \frac{V_{ром} \cdot 1000}{8} = \frac{16,42 \cdot 1000}{8} = 2052,5 \text{ л/год}$$

Вибираю ту ж помпу з продуктивністю 1800 л/год.

необхідна кількість мембранних помп

$$n_{м2} = \frac{V_{ром/год}}{q_{мп} \cdot k_1} = \frac{2052,5}{1800 \cdot 0,8} = 1,43 \text{ шт}$$

Тобто потрібно ще дві мембранні помпи продуктивністю 1800 л/год.
З технічних міркувань беремо три мембранних помпи.

Вибір об'ємного дозатора

Приймаю об'ємний дозатор періодичної дії.

Висоту дозатора прийму $h = 3,0 \text{ м}$, тоді площа, яку він займатиме

$$S_{доз2} = \frac{V_{ром}}{h \cdot k_1 \cdot k_2} = \frac{16,42}{3,0 \cdot 0,8 \cdot 0,8} = 8,6 \text{ м}^2$$

приймемо ширину і довжину дозатора рівними: $a = 2,9 \text{ м}$, $b = 2,9 \text{ м}$.

Розрахунок лінії переробки браку при литті і сушці

Вибір пропелерної мішалки і резервуару

кількість зворотного браку, $\text{м}^3/\text{добу}$

$$V_{бр} = \frac{M_{звшл}}{\rho_{шл} \cdot 350} = \frac{1375774,4}{1750 \cdot 350} = 2,25 \text{ м}^3/\text{добу}$$

де $\rho_{шл}$ – густина шлікеру, який буде приготовано з браку, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Беру пропелерну мішалку СМ-243

необхідна кількість резервуарів

$$n_{p3} = \frac{V_{бр}}{V_{рез} \cdot K_3} = \frac{2,25}{4 \cdot 0,8} = 0,7 \text{ шт}$$

Отже, потрібна одна мішалка, але візьмемо СМ-243 у кількості двох штук, адже необхідно два резервуари: до і після фільтр-преса.

Вибір фільтр-пресу

Технічні характеристики фільтр-пресів наведені в табл. 2.20.

Таблиця 2.20 – Технічні характеристики фільтр-пресів

Показник	№1	№2	№3	№4	№5
Діаметр фільтрувальних плит мм	500	800	800	1000	1000
Кількість камер, шт	50	50	80	50	80
Товщина коржа, мм	20-30	20-30	20-30	20-30	20-30
Місткість преса, л	138-205	450-630	750-1010	650-980	1040-1570
Габаритні розміри, мм:					
Довжина	4	4,58	6,13	5,37	7,25
Ширина	-	1,85	1,85	2,1	2,1
Висота	-	1,23	1,33	1,43	1,43
Маса, т	2,55	6,7	9,9	13,2	19,5

Обираю фільтр-прес №5 з ємністю 1570 л (1,57 м³).

продуктивність фільтр-преса

$$q_{\phi} = \frac{V_{\phi} \cdot \rho_{\text{шл}}}{\tau_{\phi}} = \frac{1,57 \cdot 1750}{8} = 343,5 \text{ кг/год}$$

де V_{ϕ} – сумарний об'єм камер фільтр-преса, м³; τ_{ϕ} – тривалість циклу роботи преса, год ($\tau_{\phi} = 8$ год).

маса матеріалу, яка повинна пройти через прес

$$M_{\phi} = \frac{M_{\text{ЗВШ}}}{2800} = \frac{1375774,4}{2800} = 491,3 \text{ кг/год}$$

необхідна кількість фільтр-пресів

$$n_{\phi n} = \frac{M_{\phi}}{q_{\phi} \cdot k_1 \cdot k_2} = \frac{491,3}{343,5 \cdot 0,8 \cdot 0,8} = 2,23 \text{ шт}$$

Отже, необхідно взяти три фільтр-преси №5.

Вибір мембранної помпи

$$V_{\text{шлб}} = \frac{\text{потреба в шлікері, л/год} \cdot M_{\text{ЗВШ}} \cdot 1000}{\rho_{\text{шл}} \cdot 2800} = \frac{1375774,4 \cdot 1000}{1750 \cdot 2800} = 280,8 \text{ л/год}$$

Беру мембранну помпу з продуктивністю 1800 л/год.

необхідна кількість мембранних pomp

$$n_{\text{мпз}} = \frac{V_{\text{шлб}}}{q_{\text{мп}} \cdot k_1} = \frac{280,8}{1800 \cdot 0,8} = 0,195 \text{ шт}$$

Тобто потрібна ще одна мембранна помпа продуктивністю 1800 л/год.

Розрахунок поточної конвеєрної лінії

Розрахунок вібросита

Технічна характеристики вібросит наведена в табл. 2.21.

Таблица 2.21 – Технічна характеристика вібросит

Показник	Значення
Частота коливань, 1/хв	2800
Продуктивність (при вологості шлікеру 50%), кг/год	750
Робоча площа сітки, м ²	0,14
Потужність електродвигуна, кВт	0,25
Габаритні розміри, мм:	
довжина	950
ширина	700
висота	340
Маса, кг	55

маса шлікеру, яка проходить через вібросита

$$M_{\text{вс}} = \frac{M_8}{8400} = \frac{17404594,6}{8400} = 2071,98 \text{ кг/год}$$

необхідна кількість сит

$$n_{\text{вс}} = \frac{M_{\text{вс}}}{q_{\text{вс}} \cdot k_1 \cdot k_2} = \frac{2071,98}{750 \cdot 0,9 \cdot 0,9} = 3,4 \text{ шт}$$

Тобто потрібно чотири вібросита 511 потужністю 750 кг/год.

Розрахунок басейну з гвинтовою мішалкою

$$\text{необхідна кількість шлікеру, м}^3/\text{добу}$$

$$V_{шлр} = \frac{M_8}{\rho_{шл} \cdot 350} = \frac{17404594,6}{1750 \cdot 350} = 28,42 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Беру пропелерну мішалку СМ-244 (згідно характеристик табл. 5.5)

$$\text{необхідна кількість резервуарів}$$

$$n_{pz} = \frac{V_{шлр}}{V_{рез} \cdot K_3} = \frac{28,42}{10 \cdot 0,8} = 3,6 \text{ шт}$$

Отже, необхідно чотири мішалки СМ-244 з резервуаром на 10 м³.

Розрахунок мембранної помпи

$$\text{потреба в шлікері, л/год}$$

$$V_{шлр/год} = \frac{V_{шлр} \cdot 1000}{24} = \frac{28,42 \cdot 1000}{24} = 1184,17 \text{ л/год}$$

Беру, знову ж таки помпу з продуктивністю 1800 л/год.

$$\text{необхідна кількість мембранних помп}$$

$$n_{мп4} = \frac{V_{шлр/год}}{q_{мп} \cdot k_1} = \frac{1184,17}{1800 \cdot 0,8} = 0,8 \text{ шт}$$

Потрібна одна мембранна помпа продуктивністю 1800 л/год.

Вибір обладнання для лиття і підв'ялення

Для унітазів вибираю литтєво-підв'ялочний конвеєр СМ-462А.

Технічна характеристика литтєво-підв'ялочного конвеєра СМ-462А наведена в табл. 2.22.

Таблиця 2.22 – Технічна характеристика литтєво-підв'ялочного конвеєра СМ-462А

Показник	Значення
Річна продуктивність по заливці, тис шт/рік	200 – 220
Ритм конвеєра, хв	4,3

Годинна продуктивність, шт/год	28
Потужність приводу, кВт	4
Кількість кареток, шт	129
Система керування	Електрогідравлічна
Число обслуговуючих робітників	10
Габаритні розміри, мм:	
довжина	60000
ширина	7000
висота	4000
Маса, кг	65000

необхідна кількість унітазів в годину

$$N_{6\text{УНгод}} = \frac{N_{6\text{УН}}}{8400} = \frac{513532}{8400} = 61 \text{ шт/год}$$

необхідна кількість конвеєрів

$$n_{\text{конв1}} = \frac{N_{6\text{УНгод}}}{q_{\text{СМ-461А}} \cdot k_1 \cdot k_2} = \frac{61}{28 \cdot 0,9 \cdot 0,9} = 2,69 \text{ шт}$$

Тобто, достатньо буде трьох конвеєрів СМ-462А.

Для умивальників вибираю литтєво-підв'ялочний конвеєр СМ-462А.

Технічна характеристика литтєво-підв'ялочного конвеєра СМ-462А наведена в табл. 2.23.

Таблиця 2.23 – Технічна характеристика литтєво-підв’ялочного конвеєра СМ-462А

Показник	Значення
Річна продуктивність по заливці, тис шт/рік	220 – 240
Ритм роботи конвеєра, хв	3,6 – 4
Годинна продуктивність, шт/год	24 – 26
Встановлена потужність, кВт	16,2
Число обслуговуючого персоналу	8
Система керування	Електрогідравлічна
Металоємність, кг	88160
Маса, кг	104000
Габаритні розміри, мм:	
довжина	66000
ширина	6600
висота	4530

необхідна кількість умивальників в годину

$$N_{6УМгод} = \frac{N_{6УМ}}{8400} = \frac{373705}{8400} = 44 \text{ шт/год}$$

необхідна кількість конвеєрів

$$n_{конв2} = \frac{N_{6УМгод}}{q_{СМ-462А} \cdot k_1 \cdot k_2} = \frac{44}{26 \cdot 0,95 \cdot 0,95} = 1,9 \text{ шт}$$

Отже, потрібно два конвеєра СМ-462А.

Вибір сушильного агрегату

Для сушки відформованих виробів обираю люльково-конвеєрну сушарку НИИСтройкерамики [22].

Технічна характеристика люльково-конвеєрної сушарки наведена в табл. 2.24

Таблиця 2.24 – Технічна характеристика люльково-конвеєрної сушарки

Показник	Значення
Максимальна продуктивність, тис. шт/рік	260
Тривалість сушки, год	20
Швидкість руху ланцюга, м/хв	1,2
Число люльок, шт	176
Крок люльок, м	1,12
Число умивальних столів на люльці, шт	6
Габаритні розміри, м:	
довжина	36,4
ширина	2,05
висота	4,64

кількість виробів які надходять для сушіння

$$N_{УН+УМсуш} = N_{4УН} + N_{4УМ} = 472449 + 362120 = 834569 \text{ шт/рік}$$

необхідна кількість сушарок

$$n_{суш} = \frac{N_{УН+УМсуш}}{q_{суш} \cdot k_1 \cdot k_2} = \frac{834569}{260000 \cdot 0,8 \cdot 0,8} = 5,0 \text{ шт.}$$

Отже, потрібно п'ять люлькових сушарок.

Вибір поливального обладнання

Вибираю глазурувальну лінію НИИСтройкерамики.

Технічна характеристика глазурувальної лінії наведена у табл. 2.25.

Таблиця 2.25 – Технічна характеристика глазурувальної лінії

Показник	Значення
Продуктивність, шт/год	150
Швидкість руху конвеєра, м/хв	2
Крок між візками, м	0,8
Становлена потужність (без системи живлення глазур'ю), кВт	10,62
Витрата стисненого повітря, м ³ /хв	1,5 – 2
Габаритні розміри, мм:	
довжина	16380
ширина	2150
висота	2700
Маса, кг	3295
Число обслуговуючого персоналу (включаючи слюсара п обслуговуванню)	4

кількість виробів для глазурування

$$N_{УН+УМ_{глаз}} = \frac{N_{3УН} + N_{3УМ}}{8400} = \frac{434653 + 349808}{8400} = 93 \text{ шт/год}$$

необхідна кількість глазурувальних ліній

$$n_{гл.л} = \frac{N_{УН+УМ_{глаз}}}{q_{гл.л} \cdot k_1 \cdot k_2} = \frac{93}{150 \cdot 0,8 \cdot 0,8} = 0,97 \text{ шт}$$

Очевидно, що достатньо однієї глазурувальної лінії.

Вибір тунельної печі

Обираю піч Гіпростройматеріалів для обпалу санітарно-будівельної кераміки в кількості однієї штуки. Технічна характеристика печі Гіпростройматеріалів для обпалу санітарно-технічної кераміки наведена у табл. 2.27.

Таблиця 2.27 - Технічна характеристика печі Гіпростройматеріалів для обпалу санітарно-будівельної кераміки

Характеристика	Піч
	Гіпростройматеріалів
Ширина пічного каналу в світлі, м	1,65
Висота пічного каналу від рівня поду до замка склепіння, м	1,24
Розміри пічної вагонетки, м:	
довжина	2
ширина	1,6
Розміри підвагонеточного коридора, м:	
ширина	0,75
глибина	2,1
Паливо	Природний газ
Тип горілок	КГ-9
Продуктивність, нм ³ /год	9

2.6 Розрахунок основного тепло-технологічного агрегату

Маса випалених виробів

$$G_{\text{вир}}^{\text{об}} = M_{\text{УН}} + M_{\text{УМ}} = 6385809,3 + 4776444,9 = 11162254 \text{ кг/рік}$$

маса сухих виробів

$$G_{\text{вир}}^{\text{сух}} = \frac{G_{\text{вир}}^{\text{об}} \cdot 100}{8400 \cdot (100 - B.П.П.)} = \frac{11162254 \cdot 100}{8400 \cdot (100 - 7,27)} = 1433 \text{ кг/год}$$

маса сухого матеріалу що поступає в піч

$$G_{\text{вир}}^W = G_{\text{вир}}^{\text{сух}} \cdot \frac{100}{100 - W_c} = 1433 \cdot \frac{100}{100 - 1,2} = 1450,4 \text{ кг/год}$$

кількість фізичної вологи, що видаляється з матеріалу при термообробці

$$G_W = G_{\text{вир}}^W - G_{\text{вир}}^{\text{сух}} = 1450,4 - 1433 = 17,4 \text{ кг/год}$$

кількість газоподібних продуктів, що видаляються при обпалі

$$G_{\text{зпр}} = G_{\text{вир}}^{\text{сух}} - G_{\text{вир}}^{\text{об}} = 1433 - \frac{11162254}{8400} = 104,2 \text{ кг/год}$$

ємність установки

$$G_{\text{уст}} = G_{\text{вир}}^{\text{об}} \cdot \tau_{\text{об}} = \frac{11162254}{8400} \cdot 19 = 25247,9 \text{ кг}$$

де $\tau_{\text{об}}$ – тривалість обпалу виробів, год.

об'єм каналу печі

$$V_{\text{уст}} = \frac{G_{\text{уст}}}{g} = \frac{25247,9}{79} = 319,6 \text{ м}^3$$

де g – щільність садки виробів, кг/м³ (в нашому випадку $g = 79 \text{ кг/м}^3$).

довжина установки

$$L_{\text{уст}} = \frac{V_{\text{уст}}}{b \cdot h} = \frac{319,6}{1,65 \cdot 1,24} = 156,2 \text{ м}$$

де b – ширина пічного каналу, м ($b = 1,65 \text{ м}$), h – висота пічного каналу, м ($h = 1,24 \text{ м}$).

кількість вагонеток, які знаходяться в печі

$$N_{\text{ваг}} = \frac{L_{\text{уст}}}{l_{\text{ваг}}} = \frac{156,2}{2,0} = 78,1 \text{ шт}$$

де $l_{\text{ваг}}$ – довжина однієї вагонетки, м ($l_{\text{ваг}} = 2,0 \text{ м}$).

Приймаємо кількість вагонеток рівною 78.

Маса вагонеток і їх футеровки, що покидають піч за одну годину

$$G_{\text{м}} = \frac{N_{\text{ваг}} \cdot g_{\text{м}}}{\tau_{\text{об}}} = \frac{78 \cdot 1100}{19} = 4515,8 \text{ кг/год}$$

де $g_{\text{м}}$ – маса металоконструкцій одної вагонетки, кг.

$$g_M = 1100 \text{ кг}$$

шамотного шару

$$G_{ш} = \frac{N_{ваг} \cdot l_{\epsilon} \cdot b_{\epsilon} \cdot h_{ш} \cdot \rho_{ш}}{\tau_{об}} = \frac{78 \cdot 2,0 \cdot 1,6 \cdot 0,44 \cdot 1200}{19} = 6936,2 \text{ кг/год}$$

шару глиняної цегли

$$G_{цл} = \frac{N_{ваг} \cdot l_{\epsilon} \cdot b_{\epsilon} \cdot h_{цл} \cdot \rho_{цл}}{\tau_{об}} = \frac{78 \cdot 2,0 \cdot 1,6 \cdot 0,22 \cdot 1800}{19} = 5202,2 \text{ кг/год}$$

де l_{ϵ} , b_{ϵ} - довжина і ширина вагонетки, м; $h_{цл}$ і $h_{ш}$ - висота шару шамотного вогнетриву і глиняної цегли, м; $\rho_{цл}$ і $\rho_{ш}$ - густина шамоту і глиняної цегли, кг/м³.

Характеристика теплоізоляції вагонетки наведена у табл. 2.28.

Таблиця 2.28 – Характеристика теплоізоляції вагонетки

№ шару	Шар ізоляції	Товщина шару, м	Коефіцієнти а і b в рівнянні теплопровідності	
			а	b
1	Шамотний вогнетрив	0,44	0,35	0,00035
2	Глиняна цегла	0,22	0,47	0,00051

довжини зон печі:

охолодження

$$l_{ох} = L_{уст} \cdot \frac{\tau_{ох}}{\tau_{об}} = 156,2 \cdot \frac{9}{19} = 74 \text{ м}$$

обпалу

$$l_{об} = L_{уст} \cdot \frac{\tau_{об}}{\tau_{об}} = 156,2 \cdot \frac{5}{19} = 41,1 \text{ м}$$

підігріву

$$l_{нід} = L_{уст} \cdot \frac{\tau_{нід}}{\tau_{об}} = 156,2 \cdot \frac{5}{19} = 41,1 \text{ м}$$

де l_i – довжина відповідної зони печі, м; τ_i – тривалість перебування виробів в цій зоні, год.

Тепловий баланс печі

Вихідні дані

Тепла згоряння палива - $Q_n^p = 42608,41$ кДж/м³;

Коефіцієнт надлишку повітря - $\alpha = 1,2$;

Загальний коефіцієнт надлишку повітря - $\alpha_{заг} = 1,2$;

Об'єм повітря необхідний для горіння 1 м³ природного газу за заданого α - $V_\alpha^w = 13,76$ м³;

Об'єм димових газів, що утворюються при згоранні 1 м³ газу при заданому α - $V_{d.г.}^w = 14,90$ м³;

Різниця між об'ємом повітря і димових газів - $\Delta V = 1,14$ м³;

Густина димових газів - $\rho_{d.г.} = 1,3$ кг/м³;

Маса обпалених виробів за одну годину - $G_{вир}^{об} = 1328,8$ кг/год;

Маса сухих виробів за годину - $G_{вир}^{сух} = 1433$ кг/год;

Маса виробів із залишковою вологістю - $G_{вир}^w = 1450,4$ кг/год;

Маса вологи, яка видаляється в процесі обпалу - $G_w = 17,4$ кг/год;

Маса шарів футеровки, прохідних через піч за одну годину - $G_{ш} = 6936,2$ кг/год; $G_{зл} = 5202,2$ кг/год

Маса металлоконструкцій вагонеток, прохідних через піч за одну годину - $G_M = 4515,8$ кг/год;

Температура навколишнього середовища - $t_{н.с.} = 25$ °С;

Температура виробів, що потрапляють на обпал - $t_{вир}^{ex} = 40$ °С;

Температура виробів, що виходять з печі - $t_{вир}^{вих} = 40$ °С;

Температура вихідних із печі димових газів - $t_{вих} = 120$ °С;

Температура повітря, що покидає зону охолодження - $t_{нов}^{3.ох} = 300$ °С;

Площа загороджень пічного каналу по зонам:

зона підігріву

стіни - $F_{ст}^{3.під} = 78,12$ м²;

склепіння - $F_{скл}^{3.під} = 51,98$ м²;

черевню - $F_{чер}^{3.під} = 51,98$ м²;

зона обпалу

стіни - $F_{ст}^{3.об} = 78,12$ м²;

склепіння - $F_{скл}^{3.об} = 51,98 \text{ м}^2$;

черевню - $F_{чер}^{3.об} = 51,98 \text{ м}^2$;

зона охолодження

стіни - $F_{ст}^{3.ох} = 140,62 \text{ м}^2$;

склепіння - $F_{скл}^{3.ох} = 93,56 \text{ м}^2$;

черевню - $F_{чер}^{3.ох} = 93,56 \text{ м}^2$;

Площа перерізу каналу печі – $F_{роб} = 2,05 \text{ м}^2$;

Площа каналу, що займається садкою - $F_{сад} = 1,43 \text{ м}^2$

Тепловий баланс зон підігріву і обпалу

Тепловий баланс зон підігріву та випалу складається з метою визначення витрат палива та витрат теплоти на різні статті. Баланс складаємо на одну годину роботи печі. Баланс складається з двох частин : *прихід теплоти* та *витрати теплоти* .

Статті приходу теплоти

Тепло, що вноситься згоранням палива

$$Q_1^{np} = Q_n^p \cdot x = 42608,41 \cdot x \text{ кДж/год}$$

де x – годинна витрата палива, $\text{м}^3/\text{год}$.

Тепло, що вноситься паливом (ентальпія)

$$Q_2^{np} = x \cdot c_t \cdot t, \text{ кДж/год}$$

де c_t , t – теплоємність і температура для зимових умов роботи установки.

Питомий внесок цієї статті в прихід теплоти незначний, тому нею нехтуємо.

Тепло, що вноситься повітрям, що іде на горіння

$$Q_3^{np} = (1-m) \cdot V_{\alpha}^W \cdot c_{нов}^{н.с.} \cdot t_{н.с.} \cdot x + m \cdot V_{\alpha}^W \cdot c_{нов}^{3.ох} \cdot t_{нов}^{3.ох} \cdot x = (1-0,4) \cdot 13,76 \cdot 1,3 \cdot 25 \cdot x + 0,4 \cdot 13,76 \cdot 1,32 \cdot 300 \cdot x = 2447,9 \cdot x, \text{ кДж/год}$$

де m – частка підігрітого повітря (вторинного), поступаючого на горіння із зони охолодження; $c_{нов}^{3.ох}$ - теплоємність повітря при температурі, з якою воно виходить із зони охолодження $t_{нов}^{3.ох}$.

Теплоємність повітря з вологовмістом d розраховують як адитивну властивість:

$$c_{нов}^W = \frac{1}{1+0,0016 \cdot d} \cdot c_{нов}^{сух} + \frac{0,0016 \cdot d}{1+0,0016 \cdot d} \cdot c_{H_2O}^{пар}$$

де $c_{нов}^{сух}$ і $c_{H_2O}^{пар}$ приймають для температури навколишнього середовища.

Тоді:

$$c_{нов}^{н.с.} = \frac{1}{1 + 0,0016 \cdot d} \cdot c_{нов}^{сух} + \frac{0,0016 \cdot d}{1 + 0,0016 \cdot d} \cdot c_{H_2O}^{нар} =$$

$$= \frac{1}{1 + 0,0016 \cdot 11} \cdot 1,29795 + \frac{0,0016 \cdot 11}{1 + 0,0016 \cdot 11} \cdot 1,497025 = 1,3, \text{ кДж}/(\text{м}^3 \cdot \text{К})$$

$$c_{нов}^{3.ox} = \frac{1}{1 + 0,0016 \cdot d} \cdot c_{нов}^{сух} + \frac{0,0016 \cdot d}{1 + 0,0016 \cdot d} \cdot c_{H_2O}^{нар} =$$

$$= \frac{1}{1 + 0,0016 \cdot 11} \cdot 1,3177 + \frac{0,0016 \cdot 11}{1 + 0,0016 \cdot 11} \cdot 1,5224 = 1,32, \text{ кДж}/(\text{м}^3 \cdot \text{К})$$

Тепло, що вноситься повітрям із зони охолодження

$$Q_4^{np} = (1 - n) \cdot V_{нов}^{3.ox} \cdot c_{нов}^{3.ox} \cdot t_{нов}^{3.ox} - m \cdot V_{\alpha}^W \cdot c_{нов}^{3.ox} \cdot t_{нов}^{3.ox} \cdot x =$$

$$= (1 - 0,2) \cdot 8847,9 \cdot 1,32 \cdot 300 - 0,4 \cdot 13,76 \cdot 1,32 \cdot 300 \cdot x =$$

$$= 2803014,7 - 2179,6 \cdot x, \text{ кДж}/\text{год}$$

де n – частка повітря зони охолодження, відведеного на сторону, наприклад для сушки;

$V_{нов}^{3.ox}$ – кількість повітря, що визначається з теплового балансу зони охолодження.

Тепло, яке вноситься виробами

$$Q_5^{np} = G_{вир}^W \cdot c_{вир}^W \cdot t_{вир}^{ex} = 1450,4 \cdot 0,88 \cdot 25 = 31908,8, \text{ кДж}/\text{год}$$

де $c_{вир}^W$ і $t_{вир}^{ex}$ – теплоємність і температура виробів, які поступають на обпал.

З врахуванням вологості виробів

$$c_{вир}^W = \frac{G_{вир}^{сух}}{G_{вир}^W} \cdot c_{вир}^{сух} + \frac{G_W}{G_{вир}^W} \cdot c_{H_2O} = \frac{1433}{1450,4} \cdot 0,8436 + \frac{17,4}{1450,4} \cdot 4,2 = 0,88$$

де $c_{вир}^{сух}$ – теплоємність сухої маси виробів; c_{H_2O} – теплоємність води.

Тепло, яке вноситься транспортом

$$Q_6^{np} = \sum G_{фут}^i \cdot c_{фут}^i \cdot t_{фут}^i + G_M \cdot c_M \cdot t_M = 6936,2 \cdot 0,8436 \cdot 25 +$$

$$+ 5202,2 \cdot 0,8436 \cdot 25 + 4515,8 \cdot 1,24 \cdot 25 = 395988,6, \text{ кДж}/\text{год}$$

де $G_{фут}^i$, G_M - маса окремих шарів відповідно футеровки і вагонеток, що проходять через піч за одну годину; $\sum G_{фут}^i \cdot c_{фут}^i \cdot t_{фут}^i$ - сума ентальпій всіх шарів футеровки; $G_M \cdot c_M \cdot t_M$ - ентальпія металоконструкцій вагонеток.

Статті витрати теплоти

Тепло, що виноситься в зону охолодження виробами

$$Q_1^{вум} = G_{вир}^{об} \cdot c_{вир}^{об} \cdot t_{об} = 11162254 \cdot 1,1274 \cdot 1100 = 1384275.7, \text{ кДж/год}$$

де $c_{вир}^{об}$ - теплоємність виробів при температурі обпалу $t_{об}$,

$$c_{вир}^{об} = 1,1274 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{K)}$$

Тепло, яке витрачається на випаровування води

$$Q_2^{вум} = G_W \cdot 2500 = 17,4 \cdot 2500 = 43500$$

де 2500 – питома теплота випаровування води, кДж/кг.

Тепло, що затрачується на хімічні реакції

$$Q_3^{вум} = \sum q_{ix.p.} \cdot G_{ix.p.}, \text{ кДж/год}$$

де $q_{ix.p.}$ - теплота протікання різних фізико-хімічних процесів, віднесена до 1 кг оксиду в обпаленому продукті, кДж/кг; $G_{ix.p.}$ - кількість, оксидів по яких рохраховують теплові ефекти, кг/год.

$$G_{ix.p.} = 0,01 \cdot n_i \cdot G_{вир}^{об}, \text{ кг/год}$$

де n_i – процентний вміст оксидів в обпаленій масі.

Хімічний склад маси для виробництва санітарно-технологічних виробів наведений у таблиці 2.29

Таблиця 2.29 – Хімічний склад маси для виробництва санітарно-технологічних виробів

Компонент	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₂	K ₂ O	Na ₂ O	В.п.п.
Вміст, %	65,45	25,12	0,37	0,47	0,37	сліди	1,04	0,6	6,58

В перерахунку на обпалену масу отримаємо наступний хімічний склад (див. таблицю 2.29)

Таблиця 2.29 – Хімічний склад випалених санітарно-технічних виробів

Компонент	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₂	K ₂ O	Na ₂ O
Вміст, %	70,06	26,89	0,40	0,50	0,40	сліди	1,11	0,64

Врахуємо лише витрати тепла на дегідратацію глин ($q_{ix.p.} = 2090$ кДж/кг Al_2O_3), а також на дисоціацію карбонатів при розрахунку на CaO ($q_{ix.p.} = 3177$ кДж/кг CaO) і MgO ($q_{ix.p.} = 2750$ кДж/кг MgO).

$$G_{Al_2O_3x.p.} = 0,01 \cdot n_{Al_2O_3} \cdot G_{вир}^{об} = 0,01 \cdot 26,89 \cdot 1328,8 = 357,3 \text{ кг/год}$$

$$G_{CaOx.p.} = 0,01 \cdot n_{CaO} \cdot G_{вир}^{об} = 0,01 \cdot 0,50 \cdot 1328,8 = 6,6 \text{ кг/год}$$

$$G_{MgOx.p.} = 0,01 \cdot n_{MgO} \cdot G_{вир}^{об} = 0,01 \cdot 0,40 \cdot 1328,8 = 5,3 \text{ кг/год}$$

Тоді:

$$Q_3^{sum} = \sum q_{ix.p.} \cdot G_{ix.p.} = 2090 \cdot 357,3 + 3177 \cdot 6,6 + 2750 \cdot 5,3 = 782300,2 \text{ кДж/год}$$

Тепло, що виноситься з печі газами

$$Q_4^{sum} = Q_4' + Q_4'' + Q_4''', \text{ кДж/год}$$

де Q_4' - тепло, яке виноситься продуктами горіння палива

$$Q_4' = (\alpha_{заг} \cdot V_{нов}^W + \Delta V) \cdot x \cdot c_{пр} \cdot t_{вих} = (1,2 \cdot 13,76 + 1,14) \cdot x \cdot 1,3 \cdot 120 = 2753,7 \cdot x, \text{ кДж/год}$$

Q_4'' - тепло, що виноситься повітрям, яке поступило із зони охолодження

$$\begin{aligned} Q_4'' &= (1-n) \cdot V_{нов}^{3.ox} \cdot c_{нов}^{3.ox} \cdot t_{вих} - m \cdot V_{\alpha}^W \cdot c_{нов}^{3.ox} \cdot t_{вих} \cdot x = \\ &= (1-0,2) \cdot 8847,9 \cdot 1,32 \cdot 120 - 0,4 \cdot 13,76 \cdot 1,32 \cdot 120 \cdot x = \\ &= 1121205,9 - 871,8 \cdot x, \text{ кДж/год} \end{aligned}$$

Q_4''' - тепло, яке виноситься фізичною і гідратною вологою матеріалу

$$Q_4''' = \frac{G_W + G_{W.Г}}{0,804} \cdot c_{в.п.} \cdot t_{вих} = \frac{17,4 + 68,08}{0,804} \cdot 1,50864 \cdot 120 = 19247,5, \text{ кДж/год}$$

де $c_{в.п.}$ - теплоємність водяних парів при температурі газів, які відходять $t_{вих}$, кДж/(м³·К); 0,804 – густина водяних парів, кг/м³.

$$G_{W.Г} = 0,353 \cdot G_{Al_2O_3x.p.} = 0,353 \cdot 192,88 = 68,08, \text{ кг/год.}$$

Тоді:

$$\begin{aligned} Q_4^{sum} &= Q_4' + Q_4'' + Q_4''' = 2753,7 \cdot x + 1121205,9 - 871,8 \cdot x + 19247,5 = \\ &= 1881,9 \cdot x + 1140453,4, \text{ кДж/год} \end{aligned}$$

Тепло, що втрачається через загороджувальні конструкції і футерування вагонеток

$$Q_5^{sum} = Q_5^{ст} + Q_5^{скл} + Q_5^{чер}, \text{ кДж/год}$$

Розрахунок даного виду втрат тепла проводиться на ЕОМ, для чого потрібні нижченаведені дані:

Периметр каналу між стінкою печі і садкою виробів $\Pi = 7,84$ м

Площа поперечного перерізу цього каналу $S_{н.к.} = 0,62$ м²

Степінь чорноти внутрішньої стінки $\varepsilon_{вн.ст} = 0,8$

Степінь чорноти зовнішньої стінки $\varepsilon_{зовн.ст} = 0,7$

Середня температура газів в зоні підігріву $t_{с.з.під} = 460$ °С

обпалу $t_{с.з.об} = 1100$ °С

Середня температура виробів в зоні охолодження $t_{с.в.з.ох} = 570$ °С

Коефіцієнт теплопровідності пічних газів при середній температурі в зоні підігріву $\lambda_{п.г.з.під} = 0,0622$ Вт/(м·К)

обпалу $\lambda_{п.г.з.об} = 0,1175$ Вт/(м·К)

охолодження $\lambda_{нов.з.ох} = 0,0602$ Вт/(м·К)

Степінь чорноти матеріалу, що обпалюється $\varepsilon_{мат} = 0,87$

Середня температура повітря в зоні охолодження $t_{с.з.ох} = 160$ °С

Степінь чорноти CO₂ в пічній атмосфері зони підігріву $\varepsilon_{CO_2 з.під} = 0,7$

зони обпалу $\varepsilon_{CO_2 з.об} = 0,55$

Степінь чорноти H₂O в пічній атмосфері зони підігріву $\varepsilon_{H_2O з.під} = 0,112$

зони обпалу $\varepsilon_{H_2O з.об} = 0,06$

Поправочний коефіцієнт на парціальний тиск парів H₂O $\beta = 1,125$

Число Рейнольдса для пічних газів зони підігріву $Re_{д.г.}^{з.під} = 11438$

зони обпалу $Re_{д.г.}^{з.об} = 4059$

зони охолодження $Re_{нов}^{з.ох} = 26473$

Характеристика теплоізоляції печі по зонах наведена у таблиці 2.30

Таблиця 2.30 – Характеристика теплоізоляції печі по зонах

№ шару	Шар ізоляції	Товщина шару, М	Коефіцієнти а і b в рівнянні теплопровідності	
			а	b
Зона підігріву				
Стіни				
1	Шамотний легковіс	0,77	0,21	0,00043
2	Глиняна цегла	0,22	0,47	0,00051
Склепіння				
1	Шамотний легковіс	0,33	0,21	0,00043
2	Діатомітова засипка	0,3	0,10	0,00028
3	Глиняна цегла	0,195	0,47	0,00051
Зона обпалу				
Стіни				
1	Шамотний вогнетри	0,99	0,35	0,00035
2	Шамотний легковіс	0,55	0,21	0,00043
3	Глиняна цегла	0,22	0,47	0,00051
Склепіння				
1	Шамотний вогнетри	0,44	0,35	0,00035
2	Дітомітова засипка	0,4	0,10	0,00028
3	Глиняна цегла	0,195	0,47	0,00051
Зона охолодження				
Стіни				
1	Шамотний легковіс	0,77	0,21	0,00043
2	Глиняна цегла	0,22	0,47	0,00051
Склепіння				
1	Шамотний легковіс	0,33	0,21	0,00043
2	Діатомітова засипка	0,2	0,10	0,00028
3	Глиняна цегла	0,195	0,47	0,00051

Площа поверхні теплообміну для зони підігріву $F_{n.to}^{з.чep} = 173,26 \text{ м}^2$

обпалу $F_{n.to}^{з.об} = 173,26 \text{ м}^2$

охолодження $F_{n.to}^{з.ох} = 312,82 \text{ м}^2$

Втрати тепла через загородження зон підігріву та обпалу наведені в таблиці 2.31

Таблиця 2.31 – Втрати тепла через загородження зон підігріву та обпалу

Назва загородження	Втрати тепла, кДж/год
Зона підігріву	
Стіни	42526,64
Склепіння	25191,05
Черевінь	54313,43
Зона обпалу	
Стіни	87391,66
Склепіння	74355,11
Черевінь	172735,5

Тоді:

$$Q_5^{вит} = Q_5^{ст} + Q_5^{скл} + Q_5^{чер} = (42526,64 + 87391,66) + (25191,05 + 74355,11) + (54313,43 + 172735,5) \cdot 0,55 = 354341,4 \text{ , кДж/год}$$

Тепло, що виноситься з зони обпалу транспортними пристроями

$$Q_6^{вит} = 0,55 \cdot (\sum G_{фут}^i \cdot c_{фут}^i \cdot t_{фут}^i + G_M \cdot c_M \cdot t_M) = 0,55 \cdot (6936,2 \cdot 1,04 \cdot 769,05 + 5202,2 \cdot 0,91 \cdot 274,45 + 4515,8 \cdot 1,24 \cdot 107,9) = 4098104,4 \text{ кДж/год}$$

Невраховані втрати тепла

$$Q_7^{вит} = 0,03 \cdot Q_1^{np} = 0,03 \cdot 42608,41 \cdot x = 1278,3 \cdot x \text{ кДж/год}$$

Витрата палива

$$x = 144,04 \text{ , м}^3/\text{год}$$

Результати розрахунку теплового балансу зон підігріву та випалу печі зводимо в таблиці 2.32

Таблиця 2.32 – Тепловий баланс зон підігріву і обпалу

Прихід тепла			Витрата тепла		
Стаття	Кількість тепла		Стаття	Кількість тепла	
	кДж/год	%		кДж/год	%
Теплота, що вноситься згоранням палива	6137315,4	84,87	Теплота, що виноситься виробами в зону охолодження	1384275,7	19,14
Теплота, що вноситься повітрям, яке іде на горіння	352595,5	4,88	Теплота, що витрачається на випаровування вологи матеріалу	43500	0,6
Теплота, яка вноситься повітрям, що поступає із зони охолодження	313863,2	4,34	Теплота, що витрачається на хімічні реакції	782300,2	10,82
Теплота, що вноситься виробами	31908,8	0,44	Теплота, що виноситься з печі газами	385122,3	5,33
Теплота, що вноситься транспортом	395988,6	5,47	Теплота, що втрачається через загороджувальні конструкції і під вагонеток	354341,4	4,8
			Теплота, що виноситься з зони обпалу транспортними засобами	4098104,4	56,5
			Невраховані втрати	184126,3	2,55
Всього	7231671,5	100	Всього	7231770,3	100

Тепловий баланс зони охолодження

Тепловий баланс зони охолодження складають з метою визначення об'єму повітря необхідного для охолодження виробів за одну годину роботи печі.

Статті приходу теплоти

Тепло, що вноситься обпаленими виробами

$$Q_{13.ox}^{np} = Q_{13.ob}^{sum} = 1384275,7 \text{ кДж/год}$$

Тепло, що вноситься транспортом

$$Q_{23.ox}^{np} = Q_{63.ob}^{sum} = 4098104,4 \text{ кДж/год}$$

Статті витрати теплоти

Тепло, яке виноситься виробами з печі

$$Q_1^{sum} = G_{vir}^{ob} \cdot c_{vir} \cdot t_{vir}^{vix} = 1328,8 \cdot 0,848 \cdot 40 = 45072,9 \text{ кДж/год}$$

де c_{vir} , t_{vir}^{vix} - теплоємність і температура виробів на виході з печі.

Втрати тепла через загороджувальні конструкції

Втрати тепла через загороджувальні конструкції зони охолодження наведені в таблиці 2.33

Таблиця 2.33– Втрати тепла через загороджувальні конструкції зони охолодження

Назва загородження	Втрати тепла, кДж/год
Зона охолодження	
Стіни	96080,72
Склепіння	69789,8
Черевінь	114676,5

$$Q_2^{sum} = Q_2^{st} + Q_2^{skl} + Q_2^{chp} = 96080,72 + 69789,8 + 114676,5 \cdot 0,55 = 228942,6, \text{ кДж/год}$$

Тепло, яке виноситься транспортними засобами

$$Q_3^{sum} = 0,65 \cdot (\sum G_{фут}^i \cdot c_{фут}^i \cdot t_{фут}^i + G_M \cdot c_M \cdot t_M) = 0,65 \cdot (6936,2 \cdot 0,85 \cdot 40 + 5202,2 \cdot 0,85 \cdot 40 + 4515,8 \cdot 1,24 \cdot 40) = 413848,0, \text{ кДж/год}$$

Тепло, що виноситься повітря в зони обпалу і підігріву

$$Q_4^{sum} = (1 - n) \cdot V_{нов}^{3.ox} \cdot c_{нов}^{3.ox} \cdot t_{нов}^{3.ox} = (1 - 0,2) \cdot V_{нов}^{3.ox} \cdot 1,32 \cdot 300 = 316,8 \cdot V_{нов}^{3.ox}, \text{ кДж/год}$$

Тепло, яке відводиться на сторону

$$Q_5^{вит} = n \cdot V_{пов}^{з.ох} \cdot c_{пов}^{з.ох} \cdot t_{пов}^{з.ох} = 0,2 \cdot V_{пов}^{з.ох} \cdot 1,32 \cdot 300 = 79,2 \cdot V_{пов}^{з.ох} \text{ кДж/год}$$

Невраховані втрати

$$Q_6^{вит} = 0,03 \cdot \sum Q^{np} = 0,03 \cdot 5482380,1 = 164471,4 \text{ кДж/год}$$

Необхідна витрата холодного повітря

$$V_{пов}^{з.ох} = \frac{1384275,7 + 4098104,4 - 45072,9 - 228942,6 - 413848,0 - 164471,4}{316,8 + 79,2} = 11692,0 \text{ м}^3/\text{год}$$

ККД теплового агрегата

$$\eta_n = \frac{Q_{кор}}{Q_{np}} = \frac{Q_{3з.об}^{вит}}{Q^{np}} = \frac{852334,9}{5482380,1} = 0,15$$

Питома витрата палива

$$q_{пит} = \frac{Q_1^{np}}{G_{вир}^{об}} = \frac{5482380,1}{1328,8} = 4125,8 \text{ кДж/кг}$$

Питома витрата умовного палива

$$q_{пит} = \frac{Q_n^p \cdot x}{29300 \cdot G_{вир}^{об}} = \frac{42608,41 \cdot 144,04}{29300 \cdot 1328,8} = 0,178 \text{ кг/кг.}$$

Тепловий баланс зони охолодження наведений у таблиці 2.34

Таблиця 2.34 – Тепловий баланс зони охолодження

Прихід тепла			Витрата тепла		
Стаття	Кількість тепла		Стаття	Кількість тепла	
	кДж/год	%		кДж/год	%
Теплота, що вноситься обпаленими виробами	1384275,7		Теплота, що виноситься виробами	45072,9	
Теплота, що вноситься транспортом	4098104,4		Теплота, що втрачається через загороджувальні конструкції і під вагонеток	228942,6	
			Теплота, що виноситься транспортними засобами	413848	
			Теплота, що виноситься повітрям в зони обпалу і підігрів	3704025,6	
			Теплота, що відводиться на сторону	926006,4	
			Невраховані втрати	164471,4	
Всього	5482380,1		Всього	5482366,9	

Тепловий баланс тунельної печі зведемо у таблиці 2.35

Таблиця 2.35– Тепловий баланс тунельної печі

Прихід тепла			Витрата тепла		
Стаття	Кількість тепла		Стаття	Кількість тепла	
	кДж/год	%		кДж/год	%
Теплота, що вноситься згоранням палива	6137315,4		Теплота, що витрачається на випаровування води матеріалу	43500	
Теплота, що вноситься повітрям, яке іде на горіння	352595,5		Теплота, що витрачається на хімічні реакції	782300,2	
Теплота, що вноситься виробами	31908,8		Теплота, що виноситься з печі газами	3775188,2	
Теплота, що вноситься транспортом	395988,6		Теплота, що втрачається через загороджувальні конструкції і під вагонеток	583284,0	
			Теплота, що відводиться на сторону	926006,4	
			Теплота, що виноситься виробами	45072,9	
			Теплота, що виноситься з печі транспортними засобами	413848	
			Невраховані втрати	348597,7	
Всього	6917808,3		Всього	6917797,4	

$$\text{неув'язка} = \frac{\sum Q - \sum Q}{\sum Q} \cdot 100\% = \frac{6917797,4 - 6917808,3}{6917797,4} \cdot 100\% = 0,00015\%$$

Так як величина неув'язки значно менша 0,5%, то можна говорити про високу точність складеного теплового балансу тунельної печі для обпалу санітарно-технічних виробів.

Висновки до розділу 2

Вибрано та обґрунтовано точку будівництва. Враховано всі географічні фактори, які впливають на точку будівництва. Зображено асортимент продукції, що відповідає вимогам діючих стандартів. Охарактеризовано пластичну та непластичну сировину. Описано технологічну схему та спосіб виробництва, відповідно до якої буде забезпечена необхідна продуктивність в 500 тис. шт. рік.

Розраховано матеріальний баланс виробництва з урахуванням продуктивності заводу. Проведені тепло-технічні розрахунки тунельної печі.

3 АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ПРИГОТУВАННЯ ЛИВАРНОГО ШЛІКЕРУ

Автоматизація виробництва, процес в розвитку машинного виробництва, при цьому функції управління та контролю, раніше виконуючий людиною, передаються приладам та автоматичним пристроям. Автоматизація впроваджується по двох основних напрямам.

Перший – спорудження автоматичних ліній, цехів, що забезпечує головним чином максимальне підвищення продуктивності праці.

Другий – розвиток та вдосконалення машин, що управляють. Пристрій, що автоматично діє, є домінуючими факторами в розвитку самих різних галузей виробництва; воно забезпечує підвищення точності, якості роботи і головне – різко збільшує продуктивність.

3.1 Аналіз технологічного процесу виробництва фаянсових санітарно-технічних виробів як об'єкта автоматизації

Технологічна схема, що автоматизується, використовують для приготування шлікеру для виробництва фаянсових санітарно-технічних виробів.

Матеріали, що привозяться на підприємство залізничним транспортом подається на склад, звідки за допомогою вантажних машин подається до масозаготівельного цеху, де проходить подальшу обробку. За допомогою елеватора, кожен вид матеріалу подається в свій бункер. В технологічній схемі використовується 5 бункерів:

- цеоліт;
- брак випалу;
- глини;
- каолін

Після бункера, де знаходяться глини, знаходиться стругач, який ріже великі куски. Після бункерів матеріал поступає на стрічковий ваговий дозатор.

Каолін не потребує додаткової обробки так, як має порошкоподібний стан, тому після стрічкового вагового дозатора йде в пропелерну мішалку, де додається вода та електроліти. Інші матеріали треба попередньої обробки, тому їх засипають в кульовий млин, додають електроліти та воду, де походить процес подрібнення. Всі попередньо заготовлені матеріали подаються в збірну пропелерну мішалку, де проходить подальше приготування шлікеру.

Подача матеріалів та рух стрічкових конвеєрів за допомогою електродвигунів, які регулюються приладом на пульті управління. Рівень матеріалу в бункерах, витрата матеріалів, регулювання часу подавання до збірної пропелерної мішалки та перемішування регулюється приладом на пульті управління.

3.2 Опис ФСА технологічного процесу фаянсових санітарно-технічних виробів

Для дистанційного керування ввімкненням і вимкненням силового живлення електродвигунів М1-М14 застосовуються магнітні пускачі відповідно МП1-МП14. За допомогою кнопок SB1-SB27 вмикається живлення двигунів, відповідно загоряються сигнальні лампочки HL1-HL27. За допомогою кнопок SB2-SB28 вимикається живлення електродвигунів і загораються сигнальні лампочки HL2-HL28.[23]

Рівень в бункерах контролюється: вимірюється приладом (1-1)-(5-1), передається на пульт керування прилад (1-2)-(5-2), реєструється і показується прибором (1-3)-(5-3).

Витрата матеріалу з бункерів контролюється: вимірюється приладом (6-1)-(8-1), передається на пульт керування прилад (6-2)-(8-2), реєструється і показується прибором (6-3)-(8-3).

Регулювання часу подавання до збірної пропелерної мішалки та перемішування в ній контролюється: вимірюється приладом

(9-1) та (10-1), передається на пульт керування прилад (9-2) та (10-2), реєструється і показується прибором (9-3) та (10-3).

Функціональна схема автоматизації технологічного процесу і специфікація до неї наведені в додатках.

Висновки до розділу 3

Розроблено схему автоматизації приготування шлікеру від етапу автоматичного дозування сировинних матеріалів до етапу подачі готового шлікеру на ливарну лінію, що дозволяє здійснити контроль та регулювання, підвищити точність основних технологічних параметрів.

Дана схема автоматизації виробництва дозволяє в великій кількості знизити ручну працю, можливість похибки та дозволяє реалізувати безперервний процес приготування, а також значно підвищити якість та кількість ливарного шлікеру.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Як видно з технологічної частини проекту на об'єкті знаходяться в обігу шкідливі, небезпечні, пожежо-, вибухонебезпечні речовини і матеріали,

передбачено використання механічної, теплової енергії, енергії стиснутого повітря та хімічної реакції.

Робота виконана з урахуванням вимог охорони праці.

В даному розділі на основі аналізу шкідливих і небезпечних виробничих факторів на об'єкті, який проектується, передбачені заходи, котрі спрямовані на створення здорових і безпечних умов праці, пожежної безпеки та безпеки в надзвичайних ситуаціях [24].

4.1 Охорона праці

4.1.1 Виявлення та аналіз шкідливих небезпечних виробничих факторів на проектному об'єкті. Заходи з охорони праці.

Повітря робочої зони

Згідно ДСН 3.3.6.042-99 у проектованому виробництві виконуються фізичні роботи середньої важкості, категорії II Б.

У таблиці 4.1 наведені прийняті проектом гігієнічні норми метеорологічних умов у приміщенні цеху, що проектується.

Таблиця 4.1. - Санітарні норми параметрів мікроклімату

Пора року	Категорія роботи	Температура, °C	Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодний	II Б	17-19	60-40	0,2
Теплий	II Б	20-22	60-40	0,3

Температура поверхні обладнання, стін, підлоги, стелі, сировини не перевищуватиме оптимальних параметрів температури повітря на робочих місцях більше ніж на 2 °C:

$$t_{opt} = t_{нов} + 2^{\circ}\text{C}, ^{\circ}\text{C};$$

$$t_{opt} = 22+2=24^{\circ}\text{C}, \text{ для теплого періоду року};$$

$$t_{opt} = 19+2=21^{\circ}\text{C}, \text{ для холодного періоду року}$$

де t_{opt} – оптимальне значення температури повітря робочої зони

Таблиця 4. 2 - Коротка санітарна характеристика цеху

Найменування	Масозаготівельний цех	Виробничий цех
--------------	-----------------------	----------------

Шкідливі речовини, що виіляються, причини їх виділення	Пил глини при загрузці в бункер та кульовий млин	Глиноземний пил	Пил, який містить від 10 до 70% SiO ₂ , який виділяється при обдувці і шліфуванні
Група шкідливих речовин	Подразнюючий, неотруйний пил, який викликає захворювання верхніх дихальних шляхів, силікоз, кон'юктивіт	Подразнення слизової та верхніх дихальних шляхів, захворювання легенів	Викликає зміну типу катарей верхніх дихальних шляхів
ГДК, повітря робочої зони, м ² /м ³	6	6	2
Клас шкідливості речовини	4	4	4
Засоби індивідуального захисту:	Респіратор індивідуального використання, спецодяг ГОСТ 12.4.099-80	Респіратор індивідуального використання, спецодяг ГОСТ 12.4.099-80	Респіратор індивідуального використання, спецодяг ГОСТ 12.4.099-80
Засоби першої допомоги	Промивка очей, провітрювання приміщення	Виніс потерпілого на свіже повітря	Виніс потерпілого на свіже повітря
Метод контролю та періодичність	2 рази в місяць пиломіром ИЗВ-1 або ПРИ-32м	2 рази в місяць пиломіром ИЗВ-1 або ПРИ-32м	2 рази в місяць пиломіром ИЗВ-1 або ПРИ-32м
Клас виробництва відповідно до СН 245-71	IV	IV	IV
Санітарна група виробничого процесу згідно СНіП 2.09.04-87	IV	IV	IV

Для забезпечення належних метеорологічних умов на об'єкті, що проектується, передбачено:

- механізація і автоматизація важких і трудомістких робіт, дистанційне керування, безперервність процесу;
- теплоізоляція устаткування, апаратів, комунікацій і інших джерел, випромінюючих на робочі місця тепло;
- для попередження переохолодження і простудних захворювань, працюючих біля входу в цех, передбачені тамбури, які створюють теплові повітряні завіси [25].

Аспіраційна система містить у собі аспіраційні лійки, систему повітропроводів, вентилятор для викиду повітря в атмосферу.

Як засіб індивідуального захисту передбачені респіратори одноразового використання типу "пелюсток", застосовується спецодяг типу «П», підгрупи «П». Два рази на місяць за допомогою пиломіра виробляється контроль змісту в повітря робочої зони шкідливих речовин і параметрів мікроклімату.

З метою зниження запиленості проводять також систематичне вологе прибирання, використовують промислові пилососи.

Для підтримки нормальної температури й вологості використовують кондиціонери. Передбачено систему повітряного опалення.

4.1.2 Виробниче освітлення

Згідно ДБН В.2.5-28-2006 роботи в цеху за зоровими умовами відносяться до розряду IVб - невеликої точності (спостереження за технологічним процесом).

У приміщенні цеху передбачено використання чотирьох видів освітлення: природного, штучного, суміщеного та локалізованого. Природне освітлення являє собою комбіновану систему поєднання верхнього й бокового освітлення. Штучне освітлення представлене системою, в якій світильники розміщують у верхній зоні приміщення. У таблиці 6.1.2.1 наведені санітарно-гігієнічні норми параметрів освітлення.

У виробничих і побутових приміщеннях прийнята система загального рівномірного освітлення.

Таблиця 4.3 - Припустимі рівні освітленості

Характер зорових робіт	Штучне освітлення		Природне освітлення		Суміщене освітлення	
	Освітленість, лк		КПО %			
	При комбінованому освітленні	При загальному освітленні	При верхньому або комбін. освітленні	При боковому освітленні	При верхньому або комбін. освітленні	При боковому освітленні
IVб	500	200	4	1,5	2,4	0,9

Виробнича система освітлення оснащена люмінесцентними світильниками типу ПВЛ-1 240 (U=40 Вт, пило- та волого-захисні).

Стіни й стелі пофарбовані у світлі тони, внутрішні поверхні огорожень і небезпечні елементи механізмів - у червоний. Контроль освітленості здійснюється люксометром Ю - 116 не менше 1 разу в рік, а також після ремонту приміщень.

Розрахунок необхідної кількості світильників та їх розміщення

Виробниче приміщення - склад виробів: довжина - 24 м, ширина - 54 м, висота - 9 м. Необхідна кількість світильників для виробничих приміщень визначається за формулою:

$$N = \frac{E \cdot S \cdot K \cdot Z}{F \cdot n \cdot u},$$

де E - нормативна освітленість для даного розряду зорових робіт, лм; $E = 300$ лк[26]

S - площа приміщення, м²; $S = a \cdot b = 24 \cdot 54 = 1292$ м²

K - коефіцієнт запасу, $1,3 \div 1,5$; $K = 1,3$

Z - поправочний коефіцієнт світильника, $1,1 \div 1,3$; $Z = 1,1$

F - світловий потік однієї лампи у світильнику, лм; $F = 5600$ лм

n - кількість ламп у світильнику, $1 \div 6$; $n = 1$

u - коефіцієнт використання освітлювальної установки.

Показник приміщення ϕ розраховується за формулою:

$$\varphi = \frac{a \cdot b}{H \cdot (a + b)},$$

де a і b - відповідно довжина і ширина приміщення, м;

H - висота підвісу світильника над робочою поверхнею, м.

$$H = h - (0,8 \div 1,0) = 9 - 1 = 8_{\text{м}}$$

$$\varphi = \frac{24 \cdot 54}{8 \cdot (24 + 54)} = 2,08$$

Приймаємо коефіцієнт відбиття стін і стелі: $\rho_{\text{стелі}} = 70\%$, $\rho_{\text{стін}} = 50\%$.

Тоді маємо $u = 56\%$.

Приймаємо світильник з газорозрядними лампами високого тиску з такими характеристиками:

тип світлового приладу РПП01-125;

тип КСС Д;

джерело світла: - тип ДРЛ - 125;

- світловий потік 5600 лм

$$N = \frac{300 \cdot 1296 \cdot 1,3 \cdot 1,1}{5600 \cdot 1 \cdot 0,56} = 178_{\text{шт}}$$

$$\frac{N}{a} = \frac{178}{24} = 7,42 \rightarrow 8_{\text{рядів}} \quad \frac{178}{8} = 22,25 \rightarrow 23$$

Приймаємо 8 рядів в яких по 23 світильника.

4.1.3 Виробничий шум і вібрація

На даному підприємстві до джерел шуму відносяться преса, електродвигуни, насоси, відсікачі, вентиляційні установки.

Допустимий рівень звуку у виробничих приміщеннях, згідно ДСН 3.3.6 037-99, складає не більше 80 дБА.

Шум на заводі за характером спектра - широкосмуговий, непостійний, коливаються за часом. Фактичний рівень звукового тиску 75 дБА, що задовольняє вимогам.

Для захисту від виробничого шуму на підприємстві передбачені звукоізоляційні пристрої – перегородки і екрани, які встановлюють між джерелом шуму і робочим місцем; об'ємні звукопоглиначі у вигляді

перфорованих кубів і куль, підвішених над шумними агрегатами, а також засоби індивідуального захисту – навушники.

Для вимірювання і аналізу шуму застосовують шумометри Шум-1М, ШМ-1, частотні аналізатори.

Згідно ДСН 3.3.6.039.99 допустимий рівень вібрації в приміщенні для 1-го ступеня шкідливості - до 3 Дб, для 2-ої ступені шкідливості - до 3,1 Дб, для 3-ї ступені шкідливості - більше 3,1 Дб.

Підприємство відноситься до 2-го ступеня шкідливості за вібрацією. Для зниження рівня вібрації використовуються сталеві пружинні амортизатори. Для усунення вібрації під віброактивним устаткуванням передбачена ізоляція фундаментів від несучих конструкцій і інженерних комунікацій із застосуванням вібропоглинаючих гумових покриттів і мастик.

Для контролю вібрації застосовують віброметр ВМ-1з октавним фільтром ФЭ-2, прилад ВШВ-003.

4.1.4 Електробезпека

Цех, який проектується, відноситься до класу приміщень з особливою небезпекою, оскільки присутні дві умови особливої небезпеки:

Наявність струмопровідної підлоги (металева та бетонна);

Можливість одночасного доторкання людини до неструмовідних частин електроустановки і металоконструкцій, що мають контакт із землею.

Ураження електричним струмом можливе у результаті дотику до струмоведучих частин обладнання, що використовує електричний струм. Біля тунельної печі таким обладнанням можуть бути короби вентиляторів, механізми лінії транспортування, штовхачі виробу у піч відпалу, щити управління таким обладнанням.

Електроустаткування, яке використовується на підприємстві, живиться від трифазної чотирьохпровідної електромережі змінного струму із частотою 50 Гц і напругою 380-220В. Гранично допустимі значення струму, що протікає через людину при нормальному режимі роботи електроустановки, складає $I_{\text{л}}=0,3\text{мА}$, напруга дотику $U_{\text{д}}=2\text{В}$. При аварійному режимі $I_{\text{л}}=6\text{мА}$, $U_{\text{д}}=36\text{В}$.

При порушенні вимог ПУЕ в цеху можуть бути електричні травми з важкими наслідками, бо струм, що проходить через людину, досягає значень $I_{\text{л}}=110\text{мА}$, напруга дотику $U_{\text{д}}=220\text{В}$.

На частинах електроустаткування, що обертаються, виникають заряди статичної електрики. Їх утворення здійснює фізіологічну дію на людей, представляє небезпека при дії іскрових розрядів.

При двохфазному доторканні:

$$I_{\text{л}} = \frac{U_{\text{д}} \times 10^3}{R_{\text{г}}} = \frac{380 \times 10^3}{1000} = 380 \text{ мА};$$

$$R_{\text{г}} = 1000$$

$$U_{\text{дот}} = 380\text{В}$$

При однофазному доторканні:

$$I_{\text{л}} = \frac{U_{\text{ф}} \times 10^3}{R_{\text{г}} + R_0} = \frac{220 \times 10^3}{4000 + 4} = 55 \text{ мА};$$

$$R_{\text{г}} + R_0 = 4000 + 4$$

$$U_{\text{дот}} = I_{\text{л}} \times R_{\text{г}},$$

$$U_{\text{дот}} = 55 \times 4000 = 220 \text{ В};$$

Виробничі цехи відносяться до приміщень з підвищеною небезпекою: можливість одночасного дотику людини з металоконструкціями, що мають з'єднання із землею, будинків - з однієї сторони й металевим кожухом устаткування - з іншої.

Для електробезпечності на заводі розроблені наступні заходи:

- застосування огорожень для захисту й ізоляції частин електрообладнання. Відкриті струмоведучі частини електроустаткування обгороджені сіткою;
- застосування захисного занулення устаткування;
- захист електропроводу від механічних ушкоджень прокладкою проведення у трубах;
- установка електроустаткування відповідно до умов навколишнього середовища; закриті пилонепроникні двигуни;
- найменша величина опору ізоляції проводів для електроустановок $U=1000 \text{ В}$, опором $0,5 \text{ мОм}$;

- відключення устаткування забезпечується пристроями, які автоматично відключають несправну ділянку мережі або електроустановки, при виникненні поразок, небезпечних для життя людини;

- захисні засоби: гумові килимки, попереджувальні знаки і написи, діелектричні рукавички, інструменти з ізольованими рукоятками, показники напруги, діелектричні галоші, ізолюючі підставки, тимчасові огороження, захисні окуляри. Для запобігання прямих ударів блискавки споруди захищені стрижневими блискавковідводами. Електричне обладнання закритого типу, яке установлюють на заводі, має пило- та вологонепроникне виконання.

4.1.5 Безпека технологічних процесів і устаткування

На даному виробництві використовуються теплові агрегати - сушила й печі. Сушіння відбувається при температурі $T=100-150^{\circ}\text{C}$, випал при $T=1350-1380^{\circ}\text{C}$. Виділення надлишкового тепла відбувається через муфель при завантаженні й вивантаженні виробів з печі, а також через нагріті поверхні агрегатів. Інтенсивність теплового опромінення 12 Вт./м^2 , що являється припустимо.

Рухаючі частини механізмів при недотриманні техніки безпеки можуть спричинити різні травми людини.

Для дробарок, щоб уникнути викидів шматків дробленої породи, завантажувальні отвори зверху закриваються захисними козирками, з боків – суцільними загородами. Кульові млини загороджуються перилами висотою 1 м. на відстані від осі млина $R+1$ (R - радіус млина), які фарбують у жовтий колір. Бункери обладнуються приладами для попередження їх переповнення. Верх бункеру загороджується поручнями. Люки бункера закриваються на замок. Мішалки зверху закриваються суцільним металевим перекриттям. Устаткування для просіювання та живильники для попередження пилоутворення укривається щільними кожухами та підключається до системи аспірації повітря. При експлуатації преса дверцята, що закривають зону пресування в кожусі засипної каретки, заблоковані із приводом преса так, щоб при їхньому відкритті привід автоматично відключався. Стрічкові

транспортери, прес, мішалки, кульові млини обладнуються звуковою та світловою сигналізацією при їхньому пуску. Приводні механізми закриваються суцільними металевими загородженнями.

На виробничих газових агрегатах установлюють контрольно-вимірювальні прилади для виміру тиску газу та автоматика для забезпечення припинення подачі газу при відхиленні тиску газу від норми, порушенні тяги, припиненні подавання повітря до пальників. На агрегатах, що мають димососи, передбачене блокування, що відключає подачу газу при зупинці димососа. Контроль за технологічними процесами, що відбуваються у сушарці й печі, здійснюється дистанційно з пультів керування.

5.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

5.2.1 Безпека виробничих процесів та обслуговування обладнання

Станина і зовнішні виступаючі частини не мають гострих кутів і задирок, кромки зовнішніх граней закруглюють по радіусу 10 - 12 мм залежно від габаритних розмірів деталей і знятті фаски відповідних розмірів.

Експлуатація валків і пресу дозволяється персоналу, що пройшов спеціальне навчання інструктаж з охорони праці і має посвідчення про здачу іспиту на право роботи на даному виді устаткування. Робітники повинні знати найнебезпечніші місця устаткування.

Всі проходи до електроустаткування повинні бути вільні. Всі робочі місця очищені від масла, бруду, води і сторонніх предметів.

Прибирання устаткування проводиться тільки при вимкненому устаткуванні. Обслуговування і ремонт устаткування буде проводити тільки спеціально навчений персонал.

Для екстреної зупинки всіх частин, що рухаються, передбачаються аварійні кнопки «Стоп загальний», «Аварійний стоп» встановлені на пульті управління установкою

Для підтримки устаткування в справному стані буде своєчасно проводиться їх технічне обслуговування і ремонт.

4.2.2 Пожежна безпека

В якості сировини використовуються негорючі матеріали, тому причинами займання можуть виступати займання ізоляційних матеріалів електропроводки, масла для змащення устаткування, розпечені або нагріті стінки апаратів та обладнання, іскри електрообладнання, що можуть виникнути в результаті теплового або механічного пошкодження цілісності ізоляції; статична електрика, іскри удару і тертя деталей машин і обладнання.

При проектуванні цеху передбачені запобіжні заходи: розділення споруди протипожежними перекриттями на відсіки, обладнання протипожежних перешкод у вигляді гребенів, козирків, бортиків, між будинками передбачені протипожежні розриви 10м, протипожежні крани, ємності з піском і пожежні щити, змонтована автоматична пожежна сигналізація, захист ізоляції від теплового, механічного впливу. Для запобігання ударів блискавки встановлюються стрижньові блискавковідводи. Для захисту від занесення високих потенціалів блискавки по видовженим елементам незаземлених конструкцій приміщення – їх заземлено.

Всі електроустановки захищені автоматичними пристроями від струмів короткого замикання. Для сповіщення витікання з газопроводу встановлено сигналізацію. Перед розпалюванням печі її газовий тракт вентилується. Газопроводи усередині цеху мають систему продувних труб із запірними пристроями. Продувні труби (свічі) від печей з'єднують у загальну вивідну свічу. При припиненні подачі газу та повітря, загрозі пожежі в цеху, витоці газу в приміщення, аваріях передбачено аварійне вимкнення газових пальників. Підприємство обладнується охоронною й пожежною сигналізацією типу ПТІМ. Основний цех обладнується ящиком з піском і вогнегасниками.

Характеристика пожежно-небезпечних об'єктів приведена в табл.4.4.

Назви ділянок, приміщень та матеріалів	Речовини що використовуються у виробництві, їх хім.. склад	Агрегатний стан речовин за нормальних умов	Горючість, займистість, вибухонебезпечність	Показники пожежо- та вибухонебезпечності			Межі займання		Вибухонебезпечні суміші з повітрям		Вогнегасні засоби	Категорія приміщення за НАПБ Б.03.002-2007 [9]	Клас приміщень і зовнішніх установок за ПУЕ [10]	Категорія об'єкта і тип зони захисту по влаштуванню блискавкозахисту за СН 305-77 [11]
				Температура спалаху	Температура займання	Температура самозаймання	% об.	Мг/м	категорія	група				
Ділянка сушки та випалу	Природний газ	Газ	Горючий, займистий, вибухонебезпечний		При р = 0,1 МПа	640	5-15	16, 6-10, 26	Па	Т1	Інертн. газ	Б	Пб	П
	СО	Газ	горючий						Па	Т1	Ін. г	В	П П, В-Іг	П
	СН ₄	Газ	горючий			537			Па	Т1	Ін. г	В	П П, В-Іг	П
Виробничий цех	Машинне масло	Рідина	горючий	200	160-191	380			Пб		Пінний вогнег.	Б	П П, В-Іг	П

Таблиця . 4.4 – Характеристика пожежо-небезпечних об'єктів

4.2.3 Аналіз безпеки об'єкта

Згідно положення «Про план і ліквідацію надзвичайних ситуацій» цех одержання термоусадкової плівки відноситься до категорії Г.

ПЕ відноситься до важкогорючих матеріалів. В якості надзвичайної ситуації спалах сировини в черв'яку за рахунок сильного тертя. Причиною може бути несправність обладнання, людський фактор. Вирішити цю проблему

можна механічним засипанням піском поверхні, що спалахнула, та додаванням розпиленої води.

Визначення ступеня руйнувань елементів цеху та очікуваних збитків.

Визначаємо можливий ступінь руйнувань кожного елемента цеху за величиною $\Delta P_{\phi} = 25$ кПа.

Очікувані збитки визначаємо за таблицею 4.4, виходячи із ступеня руйнувань елементів. Результати заносимо в підсумкову таблицю 4.5.

Таблиця 4.5 – Збитки залежно від ступеня руйнувань елементів об'єкта (цеху)

Ступінь руйнувань	Слабкі	Середні	Сильні	Повні
Збитки, зруйновані елементи обладнання, %	10–30	30–50	50–90	90–100

Визначення можливих утрат виробничого персоналу.

За $\Delta P_{\phi} = 25$ кПа люди отримають травми:

а) на відкритій місцевості – травми легкого;

б) у будинку цеху за середнього ступеня руйнування – до 50 % людей отримають додатково ураження розбитим склом, уламками зруйнованих елементів будівлі та іншими предметами.

Визначення можливого характеру пожеж на об'єкті.

За дод. 1.6 визначаємо, що на об'єкті можуть виникнути окремі пожежі з переходом у суцільні через 1–2 год, виходячи з того, що:

- категорія виробництва за пожежною небезпекою – Г;
- очікується надмірний тиск УХ $\Delta P_{\phi} > 20$ кПа;
- щільність забудови ІЦ = 30 %;
- ступінь вогнестійкості будівель – IV (визначено за дод.

1.4 для заданих меж вогнестійкості несучих стін – 0,5 год, перекриттів – 0,25 год).

Таблиця 4.6 – Результати прогнозування та оцінювання наслідків аварії

В якій зоні руйнувань	Елементи цеху	Ступінь руйнувань	Очікувані збитки, %	Характер пожеж	Ступінь ураження виробничого персоналу
-----------------------	---------------	-------------------	---------------------	----------------	--

об'єкт. Надмірний тиск		я			
Зона середніх руйнувань, $\Delta P_{\phi} = 25$ кПа	Будівля	середні	30–50	Окремі пожежі з переходом у суцільні через 1–2 год	Легкі травми. Ті, що в будівлі цеху – до 50 % – отримають пошкодження уламками скла і конструкцій
	Верстати	слабкі	10–30		
	Трубопроводи	середні	30–50		
	Кабельні мережі	слабкі	10–30		

Висновки до розділу 4

Проведено аналіз шкідливих і небезпечних виробничих чинників на проєктованому об'єкті та запропоновано заходи щодо охорони праці. Також розраховано усі ризики при надзвичайних ситуаціях та пожежі. Проаналізовано небезпеку об'єкту і розраховано можливі збитки при виникненні небезпечних ситуацій.

Розрахунки проведені згідно до вимог охорони та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

5 СТАРТАП ПРОЕКТ

Метою розділу є формування інноваційного мислення, підприємницького духу та формування здатності оцінювання ринкових перспектив і можливостей комерціалізації основних науково-технічних та інноваційних розробок, сформованих у попередній частині магістерської роботи у вигляді розроблення концепції стартап-проекту в умовах висококонкурентної ринкової економіки глобалізаційних процесів.

5.1. Резюме: конкретизація бізнес-ідеї, мети стартапу, об'єкту дослідження, місця розробки у інноваційному ланцюжку цінності

Загальна характеристика розробки:

Тема: Модифікуючі добавки для керамічного шлікеру

Мета проекту: Розробка модифікуючої добавки на основі електролітів для впровадження в виробництво санітарно-гігієнічних виробів

Суб'єкт замовлення: заводи, що виготовляють санітарно-гігієнічні вироби методом шлікерного лиття

Об'єкт дослідження: модифікуючі добавки на основі електролітів

Місце розробки у інноваційному ланцюжку цінності – виробництво

Цінність – економія енергоресурсів при виготовленні санітарно-гігієнічних виробів, позитивний вплив на властивості ливарного шлікеру

Гранична корисність товару – значне зниження собівартості продукції, підвищення екологічності кінцевого продукту, спрощення використання в технологічному процесі

Таблиця 5.1 – Резюме стартап-проекту

Показник	Характеристика
1. Ідея	Розробка добавки для керамічного ливарного шлікеру
2. Основна потреба, яку задовольнить реалізований стартап	Продукт дозволяє виробництва витратити менше природного газу на сушку шлікерних виробів санітарно-технічної кераміки
3. Класифікація продукту стартапу за міжнародною класифікацією товарів	Клас 1 – хімікати
4. Місце ідеї у ланцюжку цінностей інноваційного процесу	Виробництво
5. Гранична корисність ідеї стартапу	зниження собівартості продукції
6. Бізнес-модель стартапу	С 20.59
7. Прототипи ідеї (ціна, на якому етапі реалізації знаходяться)	Відсутні
8. Аналоги ідеї (ціна, на якому етапі реалізації знаходяться)	Відсутні
9. Конкуренти вітчизняні (ціна, на якому етапі реалізації знаходяться, основні конкурентні переваги, фактори успіху)	«NewLab», конкурент на основі дорогих електролітів
10. Конкуренти іноземні (ціна, на якому етапі реалізації знаходяться, основні конкурентні переваги, фактори успіху)	СБ-098, 58грн/кг
11. Ключові фактори успіху стартапу	Висока економія, відсутність аналогів, низька ціна, висока якість, невисокий процент вводу в сировину
12. Споживачі (основні на етапі впровадження, групи, орієнтовна чисельність)	Великі виробництва, які використовують ливарний шлікер
13. Планова кількість продукту розробки для першого етапу реалізації	540 т/рік
14. Мінімальна кількість виробництва за методом точки беззбитковості	212 т/рік
15. Споживачі на етапі розвитку	Великі вітчизняні підприємства ливарного шлікеру
16. Споживачі на етапі зрілості	Закордонні виробництва, в яких використовуються інші технології
17. Конкурентна ціна на продукт стартапу	55 грн/кг
18. Плановий рівень рентабельності при реалізації продукту	87,38%
19. Капіталовкладення в проект	31 575 164 грн
20. Строк окупності проекту	3,5 роки
21. Джерела фінансування	Інвестори, власні кошти виробництва санітарно-гігієнічної кераміки
22. Основні компоненти продукції стартапу (їх доля у готовому товарі, ступінь готовності компонентів у наявному виробництві)	ЛСТ-66,67% ТПФН-33,33%

23. Потенційні постачальники складових компонентів розробки (виділити вітчизняних і закордонних, плановий обсяг замовлень, наявна потужність постачальника)	Відчизняні виробники хімічної продукції: ТПФН-50 грн/кг Лст-9грн/кг
24. Планове місце реалізації результату розробки (місце, планова доля реалізації продукту через це місце)	Новий цех виробництва заводу санітарно-гігієнічної кераміки
25. Наявність посередників при реалізації (так, ні, орієнтовні посередники, форми оплати їх діяльності)	ні
26. Методи просування результатів розробки на ринок <ul style="list-style-type: none"> - Пропаганда - Реклама - Особистий продаж - Стимулювання збуту 	Впровадження в власне виробництво, надавання зразків добавки для інших підприємств, реклама через хімічний медіа простір

Терміни:

1. Продукт: Модифікуюча добавка – суміш триполіфосфату натрію з лігносульфонатом натрію
2. Технологія
Виробництво розріджувача проводиться методом змішування у необхідних пропорціях. Використовують сировину в рідкому та порошкоподібному. В спеціальні ємності завантажують 1 масову частину триполіфосфату натрію та 2 масові частини лігносульфонату натрію. Після ретельного перемішування продукт можуть одразу додавати сировини керамічного шлікеру при помолі і розпусканні за умови успішного проходження контролю якості.
3. Джерела сировини
Триполіфосфат натрію: ТОВ «Партнер» м. Дніпро, ТОВ «Плазма» м. Харків, ТОВ «ХімЕлемент» м. Київ;
Лігносульфонат натрію : ТОВ ООО "ПК "Лимас" м. Запоріжжя, ТОВ "Хімпродукт" м. Київ, ТОВ «Компанія Новохім» м. Харків
4. Кваліфікація персоналу
Виробничий персонал: начальник цеху, начальник зміни, начальник лабораторії, головний технолог, лаборанти, наладчик обладнання, – це кваліфіковані робітники III та IV розрядів та висококваліфіковані V та VI розрядів.
Вантажники, прибиральниці, пакувальники – можуть бути малокваліфіковані – ті, що мають I та II розряди та не кваліфіковані.
5. Споживач
Середні та великі за потужністю виробники санітарно-гігієнічних виробів
6. Ринок збуту
Продукт дозволяє великотоннажним виробництвам витрачати менше природнього газу на сушку шлікеру при виготовленні ливарного шлікеру, що в результаті дає можливість економити кошти. Також полегшити експлуатацію шлікеру в технологічному процесі
7. Конкурентні переваги
Низька ціна, легкість використання, відсутність вітчизняних аналогів, висока ефективність
8. Вартість розробки -15 831 405 грн і ринкова ціна- 55 грн/кг
9. Період повернення капіталовкладень – 3,5 роки

5.2 Аналіз зовнішнього та внутрішнього середовища стартапу

Таблиця 5.2 – Аналіз загроз і можливостей зовнішнього середовища

	Загрози	Можливості
Економіка		
Рівень інфляції	Нестабільна ціна на вітчизняну продукцію	Отримання прибутку через відсутність проблем з наявністю товару
Зниження купівельної спроможності населення	Зменшення попиту на продукцію і зменшення об'ємів виробництва	Пошук нових ринків збуту, можливість імпорту
Збільшення податкового навантаження	Зменшення чистого прибутку	Пошук шляхів здешевлення виробництва
Політика		
Нестабільне воєнне положення	Зменшення об'ємів виробництва, зменшення попиту на продукцію	Дешева робоча сила через безробіття
Географія		
	Стихійні лиха в межах географічної області	Зручне розташування для логістичних операцій
Науково-технічний прогрес		
Поява новітньої технології	Моральне старіння методів	Зменшення термінів амортизації, пошук шляхів інвестування
Демографія і соціальні фактори		
Зниження рівня освіти населення	Проблема з освоєнням нових технологій	Збільшення робочої сили на виробництві

Таблиця 5.3 – Аналіз факторів зовнішнього оперативного середовища

Фактор	Переваги	Недоліки
Конкуренти:	Можливість розвитку при появі конкурентоздатного товару	Неможливість отримувати високий прибуток, тримаючи монополію на ринку
Постачальники:	Можливість виставляти вигідну ціну при широкому асортименті	Складність контролю поставок сировини
Споживачі:	Можливість співпрацювати протягом довгого часу	Низька пропозиція в Україні

Таблиця 5.4 – Аналіз зацікавлених сторін

Зацікавлена сторона	Вплив її на реалізацію проекту	Цікавість її до проекту	Загальний коефіцієнт впливу на проект
Суб'єкти зовнішнього оперативного середовища			
Виробник:			
Конкурент «NewLab»	3	5	15
Конкурент «ChemAdd»	4	3	12
Постачальник:			
ТОВ«Компанія новохім»	4	4	16
Споживачі:			
Виробництво	5	5	25
Посередники:			
Реклама	3	2	6
Зовнішнє середовище			
Політичні структури			
Міська рада	4	4	16
Суб'єкти економічного середовища			
Податкова служба	3	3	9
Інвестори	5	5	25
Фінансові установи	4	5	20
Власники географічних об'єктів			
Місьцеве населення	3	3	9
Суб'єкти демографії			
Молоді люди	5	5	25
Люди середнього віку	3	4	12
Люди похилого віку	2	2	4
Суб'єкти культурного середовища			
Субкультура	1	1	1
Суб'єкти НТП			
Університети	4	4	16

Таблиця 5.5 – Переваги і недоліки внутрішнього середовища

Фактор	Переваги	Недоліки
Набір молодих кадрів	Надання молодим спеціалістам місця роботи за спеціальністю з високою заробітною платою без досвіду роботи	Високий термін навчання провідних спеціалістів. Ризик виникнення труднощів при непередбачуваних ситуаціях
Оренда	Зменшення собівартості продукції	Можливість використання застарілого, небезпечного, неточного обладнання. Затратина обслуговування
Власне виробництво сировини	Відсутність проблем з поставками, завжди наявна сировина	Затрати на виготовлення, складність технологічного процесу
Розташування цеху в невеликому місті	Дешева робоча сила, оренда. Наявність вільної території	Складність найняти кваліфікованих спеціалістів, транспортне сполучення і доставка

5.3 Визначення ключових факторів успіху проекту

Для виробництва дефлокулянтів для виробництва керамічної плитки важливими є такі характеристики: ціна, універсальність, ступінь зменшення вологості, ширина інтервалу дії, екологічність.[27]

Таблиця 5.6 – Оцінка характеристик продукції

Характеристика	Коефіцієнт вагомості характеристики	Оцінка характеристик		
		Наша продукція	Конкурент «NewLab»	Конкурент «ChemAdd»
Ціна	5	5	3,5	4,5
Універсальність	4	4	4	2
Ступінь зменшення вологості	5	5	4	4
Ширина інтервалу дії	4	4	4	3
Екологічність	4	4	2	2

З урахуванням коефіцієнту вагомості характеристики визначаємо бальну оцінку кожної характеристики для нашої продукції і для конкурентів (табл. 5.7).

Таблиця 5.7 – Бальна оцінка характеристик продукції

Характеристика	Бальна оцінка характеристик		
	Наша продукція	Конкурент «NewLab»	Конкурент «ChemAdd»

Ціна	2	1,4	1,8
Універсальність	0,4	0,4	0,2
Ступінь зменшення вологості	1,25	1	1
Ширина інтервалу дії	0,6	0,6	0,45
Екологічність	0,4	0,2	0,2

На підставі отриманих бальних оцінок будемо графік порівняння конкурентних переваг нашого підприємства з конкурентами (рис. 5.1).

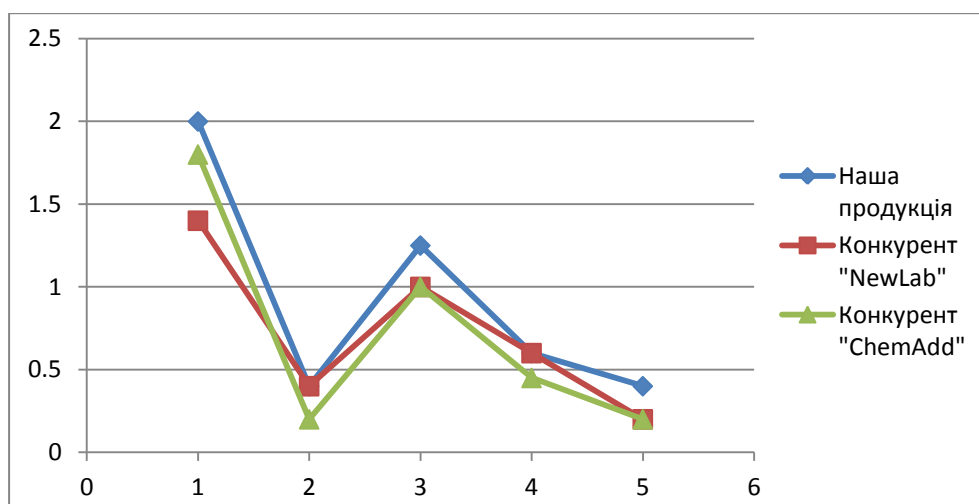


Рис. 5.1 – Графік порівняння конкурентних переваг нашого підприємства з конкурентами

Відповідно до отриманих результатів вагомими перевагами продукції нашого підприємства є ступінь зменшення вологості, ширина інтервалу дії та екологічність. За показником «ціна» конкурентом нашої компанії є «ChemAdd». За показником «універсальність» наша продукція не може конкурувати. Таким чином, наше підприємство повинно зосередитися на покращенні цінової позиції та забезпеченні універсальності.

На основі аналізу зовнішнього середовища та зовнішнього оперативного середовища можливі варіанти розвитку ідеї стартап проекту (табл. 7).

Таблиця 5.8 – Варіанти розвитку ідеї стартапу

Варіант	Стислий опис можливого розвитку
1. Позитивний	Стартап буде успішний.
2. Нейтральний	Стартап потребує допрацювань .
3. Негативний	Стартап не можливо втілити в життя.

5.4 Визначення потенційних споживачів

Таблиця 5.9 – Класифікація потенційних споживачів

Критерій	Значення
Юридична особа	
1. Форма власності (державне, приватне, колективне, комунальне, змішане,...)	Державне, приватне
2. КВЕД	С 23.31 Виробництво санітарно-технічної кераміки
3. За потужністю (малі, середні, великі)	Великі
4. За масштабом виробництва (одиничні, серійні, масові)	Масові
5. За рівнем спеціалізації (вузькопрофільні, багатoproфільні, комбіновані)	Вузькопрофільні
6. За ресурсами, що споживаються (працемісткі, матеріаломісткі, капіталомісткі, інформація)	Матеріаломісткі, капіталомісткі
7. За чисельністю персоналу (малі, середні, великі)	Великі
8. За сферою діяльності (виробничі, комерційні, фінансові, посередницькі, страхові...)	Виробничі, комерційні
9. За приналежністю капіталу і контролю (національні, іноземні, спільні, багатонаціональні,...)	Національні
10. За географічним розташуванням	На всій території України
11. За віддаленістю органів управління (національні, міжнародні, офшорні,	Національні

транснаціональні,...)	
12. За характером господарської діяльності (промислові, сільськогосподарські, транспортні, будівельні, фінансово-кредитні, страхові, туристичні, консалтингові,...)	Будівельні
13. За рівнем технологічної цілісності (провідні, дочірні, філії,...)	Провідні, філії
14. За долею іноземного капіталу (з іноземними інвестиціями (більше 10%), іноземне підприємство (100%))	Більше 10 %
15. За формуванням статутного капіталу (унітарні, корпоративні)	Унітарні, корпоративні
16. За організацією виробничих процесів (періодичні, безперервні)	Безперервні
17. За роботою протягом року (сезонні, позасезонні)	Позасезонні
18. За географічним розташуванням на території України	Будь-яка
19. За наявністю вільних ОБЗ (коштів)	Наявні
20. За динамікою розвитку регіону розташування юридичної особи: <ul style="list-style-type: none"> • Регіон • Чисельність населення • Динаміка росту регіону • Структура регіону 	Великий регіон Чисельність населення більше 100 000 Позитивна динаміка росту регіону Структура регіону: великі міста без правових обмежень торгівлі

Модель інноваційної діяльності – В2В. Для визначення потреби споживачів і перевірки правильності визначення отримуємо первинну інформацію від самих споживачів.[28]

Таблиця 5.10 Клієнт і його потреби

Категорія клієнтів	Потреби, які він задовольняє за допомогою Вашого продукту
Юридична особа	Продукт дозволяє виробникам санітарно

	технічної кераміки скорочувати витрати на природний газ
--	---

Таблиця 5.11 – Паспорт клієнта ПАТ "Славутський комбінат "Будфарфор"

I. Загальна інформація про клієнта		
1	Повне найменування та скорочене найменування	Приватне акціонерне товариство "Славутський комбінат "Будфарфор"
2	Організаційно-правова форма	Приватне акціонерне товариство
3	Форма власності	Приватна компанія
4	Код за ЄДРПОУ	32285199
5	Місцезнаходження згідно з реєстраційними документами	04073, м. Київ, просп. Степана Бандери, 9, корпус 6, оф. 6-301
II. Основні відомості про клієнта		
6	Галузь діяльності	Виробництво санітарно-технічних керамічних виробів
7	Рівень спеціалізації	Вузькопрофільне
8	Потужність	Велике
9	Ресурси, що споживаються	Матеріаломістке, капіталомістке
10	Сфера діяльності	Виробниче, комерційне
11	Рівень технологічної цілісності	Провідне
12	Віддаленість органів управління	Національні
13	Наявність вільних Обз (коштів)	Наявні
14	Організація процесів	Безперервне
15	Робота протягом року	Позасезонне
16	Доля іноземного капіталу	Більше 10%
17	Формування статутного капіталу	Корпоративне
18	Засновано	1909 рік
19	Засновники	Виростков Андрій Миколайович
20	Штаб-квартира	Славута
21	Територія діяльності	Україна
22	Уповноважені особи	Директор: Романенко Володимир Анатолійович
23	Головний бухгалтер	Піддубна Лариса Миколаївна
24	Діяльність	23.42 Виробництво керамічних санітарно-технічних виробів

25	Розмір статутного капіталу	57 400 000,00 грн
26	Виробнича потужність	2 млн м ² /рік
27	Чисельність співробітників	1500
30	Фактична адреса виробництва	04073, м. Київ, просп. Степана Бандери, 9, корпус 6, оф. 6-301
31	Сайт	http://colombo.ua
32	Контактні дані	Приймальна: +38 (044) 492 97 41

Таблиця 5.12 – Паспорт клієнта ТОВ "Церсаніт Інвест"»

I. Загальна інформація про клієнта		
1	Повне найменування та скорочене найменування	Товариство з обмеженою відповідальністю «АТЕМ ГРУП»
2	Організаційно-правова форма	Товариство з обмеженою відповідальністю
3	Форма власності	Приватна компанія
4	Код за ЄДРПОУ	33529350
5	Місцезнаходження згідно з реєстраційними документами	11725, Житомирська обл., Новоград-Волинський район, село Чижівка, ВУЛ.ЧИЖІВСЬКА, будинок 4
II. Основні відомості про клієнта		
6	Галузь діяльності	Виробництво керамічних санітарно-технічних виробів
7	Рівень спеціалізації	Вузькопрофільне
8	Потужність	Велике
9	Ресурси, що споживаються	Матеріаломістке, капіталомістке
10	Сфера діяльності	Виробниче, комерційне
11	Рівень технологічної цілісності	Провідне
12	Віддаленість органів управління	Національні
13	Наявність вільних Обз (коштів)	Наявні
14	Організація процесів	Безперервне
15	Робота протягом року	Позасезонне
16	Доля іноземного капіталу	Більше 10%
17	Формування статутного капіталу	Корпоративне
18	Засновано	1984 рік

19	Засновники	Кровяк Збислав Адам
20	Штаб-квартира	Київ
21	Територія діяльності	Україна
22	Уповноважені особи	Директор: Кровяк Збислав Адам
23	Діяльність	23.42 Виробництво керамічних санітарно-технічних виробів
24	Розмір статутного капіталу	48 млн грн
25	Виробнича потужність	1,5 млн м ² /рік
26	Чисельність співробітників	1600
27	Фактична адреса виробництва	11725, Житомирська обл., Новоград-Волинський район, село Чижівка, ВУЛ.ЧИЖІВСЬКА, будинки 4
28	Сайт	http://www.cersanit.com.ua
29	Контактні дані	Приймальна: +380 (44) 520-20-00

Визначення потенційного споживача дозволяє сформувати плановий обсяг випуску продукції за місяцями (за перший рік реалізації) – табл. 5.13.

Таблиця 5.13 – Запланований обсяг продукції (товарів, послуг)

	Січень, 2019	Лютий, 2019	Березень, 2019	Квітень, 2019	Травень, 2019	Червень, 2019	Липень, 2019	Серпень, 2019	Вересень, 2019	Жовтень, 2019	Листопад, 2019	Грудень, 2019
Запланований обсяг, т	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45

Випуск продукції за рік – 540 т.

5.5 Ціна інноваційної пропозиції на ринку

Таблиця 5.14 - Проектні ціни продажу ідеї, технології, методики, грн

Найменування товару	Планові обсяги продажу		Аналоги, прототипи	
	Кількість, т	Ціна, грн/т	Кількість, т	Ціна, грн/т
Дефлокулянт ТС-8	540	55 000	Починаючи від 500	50 000-90 000

Ціноутворення – це процес обґрунтування, затвердження та перегляду цін і тарифів, визначення їх рівня, співвідношення та структури. Ціна, яку було встановлено для продаж модифікуючої добавки становить 55 грн/кг.

Порівнюємо ціну за різними методами ціноутворення на ринку. Методи ціноутворення, що ґрунтуються на врахуванні витрат називаються витратними. Розглянемо метод повних витрат. Ціна розраховується, виходячи із суми постійних і змінних витрат на одиницю продукції й запланованого прибутку з урахуванням нижнього порогу ціни.

$$Ц = С + П,$$

де Ц – ціна одиниці товару, грн;

С – собівартість одиниці товару, грн;

П – величина прибутку, яку бажає отримати підприємство від реалізації одиниці товару, грн.

Таблиця 5.15 – Сукупні витрати

Обсяг	540 т/рік
Заробітна плата із нарахуванням	2 643 984 грн/рік
Витрати оборотніх фондів	13 099 775грн/рік
Амортизація	87 646грн
Собівартість продукції	15 831 405 грн/рік

Собівартість - всі витрати підприємства на виробництво і реалізацію продукції у грошовому вигляді.

$$ОбЗ = ОбФ + ФОП$$

$$ОбЗ = 13\,099\,775 + 2\,643\,984 = 15\,743\,759 \text{ грн/рік}$$

$$C = A + O\delta 3$$

$$C = 87\,646 + 15\,743\,759 = 15\,831\,405 \text{ грн/рік}$$

Прибуток – це частина виручки від реалізації продукції, яка залишилась на підприємстві після компенсації витрат на виробництво і реалізацію та інших обов’язкових платежів.

Середня ринкова 1т продукції:

$$K = 55\,000 \text{ грн/т;}$$

Враховуючи, що частина продукту йде на виробництво власної керамічної плитки, виробництво котрої потребує 180т/рік, то реалізовувати будемо – $540 - 180 = 360$ т продукту

Так як плановий випуск продукції 540т/рік , тому

$$C_{\text{unit}} = \frac{15831405}{540} = 29318 \text{ грн/т}$$

Річний прибуток підприємства:

$$\Pi = K - C$$

$$\Pi = (360\text{т} \cdot 55\,000\text{грн}) - (29318 \cdot 360) = 9\,223\,200 \text{ грн/рік}$$

Очікуваний прибуток з одиниці продукції: 25 620грн за реалізацію 1т продукту.

Отже, за витратним методом прогнозована ціна продукту становитиме:

$$\Pi = C + \Pi = 29\,318 + 25620 = 54\,938 \text{ грн/т.}$$

Головна перевага даного методу – легкість розрахунків. Проте є недоліки. По-перше не береться до уваги чинник попиту на товар, а по-друге ціна, порахована за витратним методом практично завжди завищена.[29]

Таблиця 5.16 - Забезпеченість проекту основними засобами

№ з/п	Стаття основних засобів підприємства	Кількість, од.	Вартість, грн.	Термін експлуатації, рік	Амортизація, грн./рік	Норма-ії
Будівля	Приміщення	1	1 700 000	35	48571	0,029
1	Бункер для запасів сировини	2	20 000	10	2000	0,1
3	Ваговий шнековий дозатор	2	20 000	8	2500	0,125

4	Мішалка типу «Єврокуб»	2	30 000	5	6000	0,2
5	Ємність для перемішування	3	9000	5	1800	0,2
6	Пікнометр	1	3000	8	375	0,125
7	Ваги лабораторні	1	7000	5	1400	0,2
8	Мішалка лабораторна	1	10 000	5	2000	0,2
9	Віскозиметр Енглера	1	4000	10	400	0,1
10	рН-метр лабораторний	1	10000	5	2000	0,2
14	Принтер	1	3000	5	600	0,2
15	Персональний комп'ютер	1	10000	5	2000	0,2
Навантажувач			150 000	15	10000	0,067
Виробничий господарський інвентар і			3000	1	3000	1
Нематеріальні активи			25 000	5	5 000	0,2
Σ			2 004 000		87 646	

Приймаємо, що в цеху використовується напруга першого класу. Тариф на електроенергію складає 1,63754 грн/кВт. Виробництво працює 24 години на добу 365 днів.

Для роботи обладнання витрачається 25 000кВт/рік. Тоді вартість електроенергії становитиме:

$$B_{\text{ел}} = 25000 \cdot 1,63754 = 40938 \text{ грн/рік.}$$

Для особистої гігієни працівників в цеху передбачені душові кабінки, туалети та рукомийники. Також передбачено вологе прибирання цеху раз у зміну. Загальна витрата води у рік становить 6500 м³/рік, а тариф на воду складає 14,7 грн/м³. Отже, вартість води за рік складатиме:

$$B_{\text{в}} = 650 \cdot 14,7 = 9555 \text{ грн/рік.}$$

Річна витрата сировини з урахуванням запланованого обсягу продукту 1152 т/рік складає:

ТПФН – 179,982 т /рік

ЛСТ – 360,018 т/рік

Витрати на сировину на рік :

Триполіфосфат натрію $-179,982m \cdot 50000 \text{ грн} / m = 8999100 \text{ грн} / \text{рік}$

Лігносульфонат натрію $-360,018m \cdot 9000 \text{ грн} / m = 3240162 \text{ грн} / \text{рік}$

Сума витрат на сировину :

$$8999100 + 3240162 = 12239262 \text{ грн} / \text{рік}$$

Таблиця 5.17 - Забезпеченість проекту оборотними фондами

Оборотні фонди	Норма витрат на рік,	Ціна, грн
Електроенергія	25000 кВт	40938
Вода	700 м ³	9555
Сировина	1152т	12239262
Ємності для фасування	540шт	810000
Всього		13 099 775

Таблиця 5.18 Заробітна плата робітників підприємства

Посада	Кільк.	З/п на 1 прац., грн	Нарах. на прац., грн	Всього з нарах., грн./міс.
Начальник виробництва	1	25 000	5500	30500
Начальник зміни	1	12000	2640	14640
Бухгалтер	1	12 000	2640	14640
Начальник лабораторії	1	15000	3300	18300
Головний технолог	2	15000	3300	36600
Лаборант	2	12000	2640	29280
Апаратник для обслуговування виробничого процесу	2	10000	2200	24400
Апаратник - фасувальник	2	8000	1760	19,520
Прибиральниця	2	5000	1100	12200
Начальник складу	1	8000	1760	9760
Вантажник	2	7000	1540	17080
Разом	17	180 600	39 732	220 332
Разом, 12 міс		2 232 000	476 784	2 643 984

Розглянемо *метод точки беззбитковості*. Це такий метод, при якому підприємець прагне встановити таку ціну, яка забезпечить йому бажану величину чистого прибутку. Це метод вивчення взаємозв'язку між витратами і доходами при різному рівні виробництва, і саме тому він надзвичайно корисний на стадії підготовки й аналізу майбутнього проекту, а також на стадії його реалізації. Рівень беззбитковості по прибутку досягається при такому обсязі реалізації, виручки від якого досить для покриття всіх операційних витрат, включаючи амортизацію; рівень беззбитковості по грошовому потоці може бути отриманий, якщо замінити суму зносу основних активів на суму, необхідну для погашення заборгованості [30].

$$\Pi = Ц - C;$$

$$Ц = C, \text{ звідси } \Pi = 0.$$

Випуск продукції за рік становить 540 тонн. Залишок продукції, що йде на продаж становить 360 тонн.

Знайдемо ціну, за якою необхідно продавати продукцію, щоб вийти на точку беззбитковості.

$$\Pi = Ц_{од} \cdot B - (A + \Phi ОП + ОбФ)$$

Нехай $Ц = x$, тоді:

$$x \cdot 360 - 34452128 = 0$$

$$x = 45814 \text{ грн/т.}$$

Конкурентний метод

Полягає у встановленні ціни на продукт через аналіз і порівняння цін на аналогічний товар у конкурентів. Тобто, ціна на продукт має відповідати існуючому рівню цін на ринку аналогічних товарів.

Ціна конкурентного аналогу – 70 000 грн/т

Відповідно, ціна нашого стартап проекту за конкурентним методом має становити:

$$Ц_{к.м.} \approx \text{не більше } 70\,000 \text{ грн/т}$$

Параметричний метод

$$Ц_{\text{н}} = \frac{П_{\text{н}}}{П_{\text{б}}} \cdot Ц_{\text{б}}$$

В якості параметру візьмемо коефіцієнт розрідження: $П_{\text{б}} = 0,5$, $П_{\text{н}} = 0,8$.

Значить:

$$Ц_{\text{н}} = \frac{0,8}{0,5} \cdot 35000 = 56\,000 \text{ грн/т}$$

Метод бальної оцінки ціни:

Характеристика	Бальна оцінка характеристик		
	Наша продукція	Конкурент «NewLab»	Конкурент «ChemAdd»
Ціна	2	1,4	1,8
Універсальність	0,4	0,4	0,2
Ступінь зменшення вологості	1,25	1	1
Ширина інтервалу дії	0,6	0,6	0,45
Екологічність	0,4	0,2	0,2
Сума	2	1,4	1,8

Розрахуємо нашу ціну, порівнюючи з конкурентною компанією «NewLab».

Тут ціна за одну тонну продукту складає 65 000 грн.

Ціна одного балу складає:

$$P_{16} = \frac{65000}{5} = 13\,000 \text{ грн}$$

Тоді ціна нашого виробу:

$$Ц = 13\,000 \cdot 5,85 = 76\,050 \text{ грн/т}$$

Таблиця 5.18 – Техніко-економічні показники проекту

Показники	Одиниця виміру	Числове значення
Річний випуск продукції	т	540(360)
Чисельність персоналу за списком	осіб	17
Середньорічна чисельність персоналу за списком	осіб	17
Капіталовкладення	грн грн/т	31 575 58 472
Вартість розробки (собівартість)	грн грн/т	15 831 405 29318
Прибуток	грн/рік грн/т	9 223 200 25 620
Рентабельність	%	87,38
Коефіцієнт економічної ефективності	%	29,2
Період повернення капіталовкладень	років	3,5

5.6 Аналіз джерел фінансування стартапу

Джерела фінансування:

1. Запозичені (кредити, інвестиції, гранти, кошти громадських організацій);
2. Власні (гранти).

Розглянемо можливі гранти, які можна отримати. В нашому випадку можна спробувати подати заявку на отримання гранту в програмі COSME. Програма COSME – програма ЄС конкурентоспроможність підприємств малого і середнього бізнесу. Вона заснована Європейським Союзом і покликана сприяти зміцненню конкурентоспроможності та стабільності малих і середніх підприємств, які здійснюють свою діяльність, як в ЄС, так і в інших країнах світу. Участь у програмі COSME дає можливість українському бізнесу здійснити вихід на зовнішні ринки країн ЄС та інших країн-учасниць програми, реалізувати власні товари та послуги, або придбати їх у іноземних компаній, знайти партнерів та контрагентів.

Наш проект може прийняти участь в конкурсі ЄВРОПЕЙСЬКА МЕРЕЖА ПІДПРИЄМСТВ (EEN). Мета конкурсу: підтримка бізнесу (МСП) у процесі виходу на європейський ринок (пошук партнерів, просування товарів та послуг, інноваційних продуктів та ін.) через реалізацію інформаційно-консультаційних послуг

Бюджет конкурсу: 57,200 млн. євро (60 контрактів). Покриття видатків проекту 100 %.

В разі неотримання гранту потрібно активізувати запозичені джерела фінансування. Нам необхідна сума 52 777 525 грн для старту виробництва.

Кредити:

1. КУБ (ПриватБанк): сума 500000 грн без застави, термін – 12 міс, щомісячна ставка – 2% на місяць на початкове тіло кредиту.
2. Європейський банк реконструкції та розвитку: сума 19500000 грн (в разі відмови ради міста від фінансування нашого виробництва (див. нижче)); сума 9500000 грн (в разі фінансування містом нашого виробництва), термін – 3 роки.

В разі відмови котримсь банком у наданні кредиту можна звернутися до інвесторів. Нині в Інтернеті існують платформи, де можна зареєструвати свій проект та інвестори (в разі зацікавленості) можуть його обрати [31].

5.7 Концепція бізнес-моделі проекту та карта бізнес-процесів реалізації проекту

Таблиця 5.19 - Карта бізнес-процесів виконання стартап проекту

Стадія реалізації стартап проекту	Бізнес-процеси	Характеристики		
		Задіяні ресурси	Орієнтовна тривалість процесу	Верхня межа фінансових витрат
Розробка ідеї стартапу(10% - 170 тис)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Розробка ідеї; ➤ Аналіз ринку; ➤ Формування команди; ➤ Перевірка потреб споживача; ➤ Розробка ТЗ ➤ Формування операційних допущень; ➤ Розробка бізнес-плану. 	Інформаційні, людські, засоби пошуку інформації (комп'ютер, підключений до інтернету), фінансові.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 48 год; ➤ 10 год; ➤ 160 год; ➤ 72 год; ➤ 480 год; ➤ 120 год; ➤ 120 год. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 50 тис; ➤ 10 тис; ➤ 50 тис; ➤ 20 тис; ➤ 40 тис; ➤ 100 тис; ➤ 80 тис.
Реалізація ідеї(10% - 170 тис)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Створення ТОВ; ➤ Оформлення, реєстрація торгової марки та штрих-коду; ➤ Заключення договору про намір з банком; ➤ Заключення договору про намір з виробником; ➤ Заключення договору про намір з точкою збуту. 	Людські, фінансові.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 160 год; ➤ 160 год; ➤ 16 год; ➤ 16 год; ➤ 16 год. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 25 тис; ➤ 15 тис; ➤ 30 тис; ➤ 30 тис; ➤ 30 тис.
Впровадження у	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Запуск договорів; 	Фінансові, людські.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 40 год; 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ - ➤ 1 млн

виробництво(8 0 % 1 мнл 360 тис)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Виготовлення ➤ Контроль якості виробленої продукції. 		<ul style="list-style-type: none"> ➤ 744 год; ➤ 48 год. 	305 тис; <ul style="list-style-type: none"> ➤ 55 тис;
Масова реалізація	-	-	-	-
Закриття або продаж проекту (якщо передано)	Розвиток в інших напрямках	-	-	-

Визначено фактори і елементи бізнес-процесів методом системного аналізу (табл. 5.20).

Таблиця 5.20 – Системний аналіз бізнес-процесів стартапу

Функції	Елементи								
	Автор	Команда розробників	Банк	Юрист	Бухгалтер	Маркетолог	Виробник	Реалізатор	Споживач
Розробка ідеї	+								
Аналіз ринку	+					+			
Формування команди	+								
Перевірка потреб споживача	+	+				+			
Розробка ТЗ	+	+							
Формування операційних допущень	+	+			+	+			
Бізнес-план	+	+			+				
Створення ТОВ	+				+				
Оформлення, реєстрація торгової марки та штрих-коду	+	+		+					
Заклучення договору про намір з банком	+		+	+					
Заклучення договору про намір з виробником	+			+			+		
Заклучення договору	+			+				+	

про намір з точкою збуту									
Запуск договорів	+								
Виготовлення							+		
Контроль якості виробленої продукції		+					+		
Споживче тестування									+

5.8 Оцінка ризиків та страхування розробки

У даному розділі визначені найбільш імовірні ризики, які можуть виникнути при реалізації даного проекту.

Таблиця 5.21 – Оцінка ризиків

Ризики	Коефіцієнт впливу на дохід
1. Комерційні ризики: - конкуренти з нижчою ціною - відсутність інформації про підприємство - відсутність споживчого попиту на даний вид продукції - необхідність створення системи знижок - страхові витрати	0,75 0,85 0,99 0,25 0,45
2. Організаційні ризики: - складність із забезпеченням робочої групи кадрами необхідної кваліфікації - проблеми своєчасного постачання матеріально-технічних ресурсів - проблеми з організацією збутової мережі	0,50 0,95 0,95
3. Технічні ризики: - необхідність конструкторського доопрацювання елементів обладнання в процесі виробництва - необхідність доопрацювання в процесі виробництва технології виготовлення продукції	0,99 0,99
4. Фінансові ризики: - Інфляція - Ризик неплатоспроможності споживачів	0,98 0,25
5. Форс-мажори	0,3

З метою страхування або усунення зазначених ризиків пропонуються наступні заходи:

Таблиця 5.22 – Заходи для усунення ризиків

Група ризиків	Заходи щодо усунення або попередження
Комерційні	Впровадження знижок на продукцію для оптових покупців
	Створення більш вигідних умов для компаній-покупців у разі тривалої співпраці
	Забезпечення постійного моніторингу над оновленнями продукту
Організаційні	Заохочення кваліфікованих робітників гідною заробітною платою, умовами праці, гнучким графіком роботи та соціальним забезпеченням
	Контроль за всіма етапами виробництва
	Чітке дотримання режимів роботи устаткування
	Своєчасне забезпечення посередників продукцією підприємства
	Ретельний підхід до організації виробництва
Технічні	Придбання обладнання, яке максимально задовольняє потреби виробництва з урахуванням розширення підприємства
	Своєчасна заміна швидкозношуваних деталей обладнання
	Планові ремонти та профілактика обладнання
Фінансові	Закладання прогнозованого росту інфляції у фінансово-економічні розрахунки;
	Чітко прописані умови укладання кредитного договору
	Страхування майна
Форс-мажори	Створення фонду для покриття збитків у разі непередбачуваних ситуацій

ВИСНОВКИ

Розглянуто основні тенденції розвитку будівельної промисловості і стан її на даний момент в сфері виробництва санітарно-гігієнічних виробів. Визначено, що проект є доцільним і перспективним.

Охарактеризовано стан виробництва в галузі будівельної кераміки, асортимент продукції заводу, обґрунтовано вибір технологічної схеми та способ виробництва, наведено основні переваги виробництва.

Вибрано точку будівництва згідно з всіма географічними нормами розташування підприємств.

Проведено дослідження впливу електролітів на реологічні властивості шлікеру: на в'язкість, коефіцієнт загущення, текучість. Комбіновано різні види електролітів і пластифікаторів, в результаті чого визначено, що найкращі властивості проявляє суміш однієї частини триполіфосфату натрію і дві частини лігносульфонату натрію. Встановлено, що даний вибір дозволяє економити електроенергію та паливо при сушці, при чому не втрачаючи якості продукції.

Описано технологічні операції виробництва і вказано основні вимоги до процесів згідно технологічної схеми виробництва. Розраховано рух маси по основних стадіях виробництва з метою подальшого використання отриманих результатів для визначення потреби в сировині та при розрахунку кількості обладнання.

На основі результатів матеріального балансу обрано найбільш раціональні види обладнання і розраховано їх кількість.

Визначено основні розміри печі та її зон (довжина становить 156 метрів), і складено тепловий баланс печі. Коефіцієнт корисної дії печі становить 0,15; а питома витрата палива 4125,8 кДж/кг.

В економічній частині було розраховано стартап проект з виготовлення модифікуючої добавки для ливарного шлікеру, обчислено рентабельність (87,4%), необхідні капіталовкладення та строк їх повернення (3.5 роки), точку беззбитковості, та вплив економічних факторів на успіх даного проекту.

Проведено автоматизацію управління дозуванням, витратами сировини. Проаналізовано небезпечні шкідливі виробничі фактори, а також розглянуто заходи щодо охорони праці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Коломієць Т. Вітчизняний ринок виробів санітарнотехнічного призначення з кераміки / Т. Коломієць, Л. Черняк. // Ринки і товари. – 2018. – №1. – С. 100–108.
2. Бессмертный В. С. Влияние нового трехкомпонентного органоминерального модификатора на реологические свойства глинистых суспензий и керамических шликеров / В. С. Бессмертный, Н. М. Здоренко. // Научные ведомости. – 2013. – №22. – С. 15-26.
3. Чивиль В. В. Влияние электролитов на реологические свойства шликеров в производстве керамических плиток типа ГРЕС / В. В. Чивиль. // Секция химической технологии и техники. – 2016. – С. 497–499.
4. Hotza D. Review: aqueous tape casting of ceramic powders / D. Hotza, P. Greil. // Materials science & engineering. – 1995, V.1. - №5. – P. 115-120.
5. Labanda J. Improvement of the deflocculating power of polyacrylates in ceramic slips by small additions of quaternary ammonium salts / J. Labanda, J. Llorens. // Powder Technology. – 2005. – №155. P. 77-81.
6. Evcin A. Investigation of the effects of different deflocculants on the viscosity of slips / A. Evcin. // Academic Journals. – 2011. – №6. P. 223-225.
7. Dondi M. Clays and bodies for ceramic tiles: Reappraisal and technological classification / M. Dondi, M. Raimondo, C. Zanelli. // Applied Clay Science. – 2014. – №4. P. 156-161.
8. J.Shanefield D. Organic additives and ceramic processing / Daniel J. Shanefield. – New York: Springer Science+Business Media, 1995. – 311 p.
9. Carter C. B. Ceramic Materials: Science and Engineering / C. B. Carter, M. G. Norton., 2013. – 766 p.
10. Кичкайло О. В. Исследование реологических свойств шликеров для получения термостойкой литийалюмосиликатной керамики / О. В. Кичкайло, И. А. Левицкий. – 2016.– №3. – С. 150-167.
11. Гелета О. Л. Мінеральні ресурси України: ГЛИНИ / О. Л. Гелета, А. М. Кічняєв, В. І. Ляшок. // Державний геологічний центр України. – 2011. – №4.

12. Сировина глиниста для виробництва керамічних будівельних матеріалів : ДСТУ Б В.2.7-60-97.– [1997-07-01].– Київ. : Держкоммістобудування України, 1997.– 32 с.– (Національний стандарт України).

13. Ионов А. Ю. Основы классификации пресс-порошков для производства строительной керамики / А. Ю. Ионов, Р. А. Яценко. // Символ Науки – 2017.– №10. – С. 96-101.

14. Гузман И. Я. Практикум по технологии керамики / И. Я. Гузман. – Москва, 2004. – 195 с.

15. Л. М. Общая технология силикатов / Л. М.Сулименко. – М.: ИНФРА-М, 2004. – 336 с.

16. Бобкова Н. М. Общая технология силикатов / Н. М. Бобкова, Е. М. Дятлова, Т. С. Куницкая. – Минск: Вышэйшая школа, 1987. – 288 с.

17. Будников П. П. Химическая технология керамики и огнеупоров / П. П. Будников, В. Л. Балкевич, И. А. Булавин. – Москва, 1972. – 553 с.

18. Гузман И. Я. Химическая технология керамики / И. Я. Гузман. – Москва: ООО РИФ «Стройматериалы», 2003. – 496 с.

19. Левченко П. В. Расчеты печей и сушил силикатной промышленности / П. В. Левченко. – Москва: Альянс, 2007. – 366 с.

20. Ралко А.В., Крупа А.А., Племянников Н.Н. Теплотехника, тепловые процессы и агрегаты в технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов. – К.: УМКВО, 1993. – 460с.

21. Беляков А. В. Основы проектирования керамических и огнеупорных заводов по курсу: "Оборудование заводов керамической и огнеупорной промышленности и основы проектирования" / А. В. Беляков. // МХТИ. – 1981.

22. Гурьева В. А. Проектирование производства изделий строительной керамики / В. А. Гурьева. – Оренбург: ОГУ, 2013. – 179 с.

23. Лукінюк М. В. Контроль і керування хіміко-технологічними процесами: У 2 кн. Кн.2 Керування хіміко-технологічними процесами / М. В. Лукінюк. – К.: Політехніка, 2012. – 336 с.

24. Ткачук К.Н. Основи охорони праці: Підручник / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Запарний. – К.: Основа, 2006. – 448 с.

25. Праховнік Н. А. Методичні вказівки до розділу "Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях" в дипломних проектах і роботах для магістрів хіміко-технологічного факультету / Н. А. Праховнік, Ю. О. Полукаров. // КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2017.

26. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку : ДСН 3.3.6.037-99.– [1999-12-01].– Київ. : Міністерство охорони здоров'я України, 1996.– 34 с.

27. Методичні вказівки до виконання організаційно-економічної частини дипломних проектів для студентів хіміко-технологічних спеціальностей усіх форм навчання / Уклад.: О.А. Підлісна, В.В. Янковий, М.П. Дорошенко. – К.: «Політехніка», 2002. – 28 с.

28. Підлісна О. А. Розроблення стартап-проекту: Рекомендації до виконання економічної частини магістерської дисертації / О. А. Підлісна, Ю. В. Тюленєва. // КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2018.

29. Гринчуцький В. І. Економіка підприємства: навч. посібник / В. І. Гринчуцький, Е. Т. Карапетян, Б. В. Погріщук. – К.: Центр учбової літератури, 2010. – 304 с.

30. Постанова КМУ №867 "Про затвердження Положення про покладення спеціальних обов'язків на суб'єктів ринку природного газу для забезпечення загальносуспільних інтересів у процесі функціонування ринку природного газу" : від 19.10.2018 р.

31. Постанова НКРЕКП № 538 " Про ринкове формування роздрібних тарифів на електричну енергію, що відпускається для кожного класу споживачів, крім населення, на території України" : за станом на 24.04.2017.

Специфікація пристроїв і приладів функціональної автоматизації технологічного процесу виробництва
Санітарно-технічних фаянсових виробів.

Позиція по схемі	Назва технологічного параметру	Середовище і місце відбору інформації	Граничні значення параметру	Місце монтажу	Назва пристрою і його характеристика	Тип моделі	Кількість	Виробник, постачальник
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Управління і аварійний захист електродвигуна елеватора

МП1 (МП1-МП6 Описується по такій же схемі)	Вкл/викл. живлення 380В Ел.мотора М1	-	380В 10 кВт	Місцевий	Магнітний пускач нереверсивний захисного типу, роб. Ток до 23 А., допустима потужність електромотора 10 кВт при живленні 380 В, з тепловим реле ТРН-8	ПМЕ-222	1	м.Київ вул. Магнітогорська 1А ТЕХНОТОН
1	2	3	4	5	6	7	8	9

SB1 (SB3-SB11)	Вкл. живлення Ел.мотора М1	-	-	На пульті	Кнопка керування виду АСКО , зелена «Старт»	XB2- BA31	1	м.Київ вул. Магнітогорськ а 1А ТЕХНОТОН
HL1 (HL3-HL11)	Сигналізація «вкл» живлення Ел.мотора М1	-	220В	На пульті	Лампа накаливання сигнальна «зелена» , потужність 40Вт , живлення 220 В , світловий потік 415 лм, тривалість світіння 1000час , тип цоколя Е 27/27	Б 215- 225-40	1	м.Київ вул. Магнітогорськ а 1А ТЕХНОТОН
SB2 (SB4-SB12)	Вкл. Живлення Ел.мотора М1	-	-	На пульті	Кнопка управління виду АСКО , зелена «Старт»	XB2- BA31	1	м.Київ вул. Магнітогорськ а 1А ТЕХНОТОН
HL2 (HL4-HL12)	Сигналізація «вкл» живлення Ел.мотора М1	-	220В	На пульті	Лампа накаливання сигнальна «зелена» , потужність 40Вт , живлення 220 В , світловий потік 415 лм, тривалість світіння 1000час , тип цоколя Е 27/27	Б 215- 225-40	1	м.Київ вул. Магнітогорськ а 1А ТЕХНОТОН

Регулювання рівня маси в бункерах

Поз 7-1 (поз8-1 по 11-1)	Рівень в бункері	Трубопровід подачі матеріалу	5м	Місцевий	Безконтактний ультразвуковий рівнемір з двома параметрами спрацювання по рівню сипучої маси , типу Pointek	ULS 200	1	м. Київ вул М.Расков ой 15 КСК Автоматизація
Поз.7-2 (поз 8-2 по 11-2)	Рівень в бункері	-	-	На пульті	Вимірювальний пристрій ультразвукового рівнеміра типу Sitrans	LU 02	1	м. Київ вул М.Расков ой 15 КСК Автоматизація
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Поз. 7-3 (поз 8-3 по 11-3)	Рівень в бункері	-	-	На пульті	Електронний пристрій відображаючий , реєстраційний , кольоровий дисплей 5	LOG OSCR ENN-3	1	м. Київ вул М.Расков ой 15 КСК Автоматизація

Управління і аварійний захист Електродвигуна елеватора

МП7 (МП8- МП9 Описує ся по такій же схемі)	Вкл/викл. живлення 380В Ел.мотора М1	-	380В 10 кВт	Місцев ий	Магнітний пускач нереверсивний захисного типу, до 23 А., допустима потужність Електромотору 10 кВт при живленні 380 В, з тепловим реле ТРН-8	ПМЕ -222	1	м.Київ вул. Магнітог орська 1А ТЕХНО ТОН
1	2	3	4	5	6	7	8	9
SB13 (SB15- SB17)	Вкл. Живлення Ел.мотора М1	-	-	На пульті	Кнопка керування виду АСКО , зелена «Старт»	ХВ2- ВА3 1	1	м.Київ вул. Магнітог орська 1А ТЕХНО ТОН
HL13 (HL15- HL17)	Сигнализация «вкл» питание Эл.мотора М1	-	220В	На пульте	Лампа накаливання сигнальна «зелена» , потужність 40Вт , живлення 220 В , світловий потік 415 лм, тривалість світіння 1000час , тип цоколя Е 27/27	Б 215- 225- 40	1	м.Київ вул. Магнітог орська 1А ТЕХНО ТОН

SB14 (SB16- SB18)	Вкл. живлення Ел.мотора М1	-	-	На пульті	Кнопка керування виду АСКО , зелена «Старт»	XB2- BA3 1	1	м.Київ вул. Магнітог орська 1А ТЕХНО ТОН
HL14 (HL16- HL18)	Сигналізація «вкл» живлення Ел.мотора М1	-	220В	На пульті	Лампа накаливання сигнальна «зелена» , потужність 40Вт , живлення 220 В , світловий потік 415 лм, тривалість світіння 1000час , тип цоколя Е 27/27	Б 215- 225- 40	1	м.Київ вул. Магнітог орська 1А ТЕХНО ТОН

Регулювання витрати матеріалу , що подається в мішалку і на млин

Поз15-1 (16-1 по 17-1)	Витрата матеріалу	Трубопровід подачі суміші в мішалку і млин	-	Місцевий	Витратомір Вихідний сигнал 4-20 мА Клас точності =0,5% типу SLIDECONTROL	SLID ECON TROL	1	м. Київ вул М.Расков ой 15 КСК Автомати зація
Поз15-2 (16-2 по 17-2)	Витрата матеріалу	-	-	На пульті	Блок перетворювача в уніфікований вих.сигнал 4-20 мА RS 485	KRO HNE VF- 180 4/20	1	м. Київ вул М.Расков ой 15 КСК Автомати зація
Поз15-3 (16-3 по 17-3)	Витрата матеріалу	-	-	На пульті	Мікропроцесорний технологічний індикатор , модель МИКРОЛ с вих. Сигналом RS485	ИТМ -10	1	м. Івано-Франківс к вул. Автолітм ашевська 5

Управління і аварійний захист електродвигателя

МП10 (МП11- МП12 описує ся по такій же схемі)	Вкл/викл. живлення 380В ел.мотора М1	-	380В 10 кВт	Місцев ий	Магнітний пускач нереверсивний захищеного типу, до 23 А., Допустима потужність електромотора 10 кВт при живленні 380 В, з тепловим реле ТРН-8	ПМЕ -222	1	м.Київ вул. Магнітог орська 1А ТЕХНО ТОН
1	2	3	4	5	6	7	8	9
SB19 (SB21- SB23)	Вкл. живлення Ел.мотора М1	-	-	На пульті	Кнопка управління виду АСКО , зелена «Старт»	XB2- BA3 1	1	м.Київ вул. Магнітог орська 1А ТЕХНО ТОН
HL19 (HL21- HL23)	Сигналізація «вкл» живлення Ел.мотора М1	-	220В	На пульті	Лампа накаливання сигнальна «зелена» , потужність 40Вт , живлення 220 В , світловий потік 415 лм, тривалість світіння 1000час , тип цоколя Е 27/27	Б 215- 225- 40	1	м.Київ вул. Магнітог орська 1А ТЕХНО ТОН

SB20 (SB22- SB24)	Вкл. живлення Ел.мотора М1	-	-	На пульті	Кнопка управління виду АСКО , зелена «Старт»	XB2- BA3 1	1	м.Київ вул. Магнітог орська 1А ТЕХНО ТОН
HL20 (HL22- HL24)	Сигналізація «вкл» живлення Ел.мотора М1	-	220В	На пульті	Лампа накаливання сигнальна «зелена» , потужність 40Вт , живлення 220 В , світловий потік 415 лм, тривалість світіння 1000час , тип цоколя Е 27/27	Б 215- 225- 40	1	м.Київ вул. Магнітог орська 1А ТЕХНО ТОН

Регулювання часу заливання в мішалку								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Поз21-1 (поз 22-1)	Регулювання часу	Трубопровід вводу суміші в мішалку	3 хв	Місцевий	Вимірювач часу типу SIEMENS	TIM 343	1	м. Київ вул М.Расковой 15 КСК Автоматизація
Поз21-2 (поз 22-2)	Регулювання часу			На пульті	Блок перетворення в уніфіцирований вих.сигнал 4-20 мА RS 485	KROHNE VF-180 4/20	1	м. Київ вул М.Расковой 15 КСК Автоматизація
Поз21-3 (поз 22-3)	Регулювання часу			На пульті	Мікропроцесорний технологічний індикатор , модель МИКРОЛ с вих. Сигналом RS485	ИТМ -10	1	м. Івано-Франківск ул. Автолитмашевская5

Управління і аварійний захист електродвигуна

МП23 (МП24 описує ся по тій же схемі)	Вкл/выкл. Питания 380В Эл.мотора М1	-	380В 10 кВт	Місцевий	Магнітний пускач нереверсивний захиченого типу, до 23 А., Допустима потужність електромотора 10 кВт при живленні 380 В, з тепловим реле ТРН-8	ПМЕ -222	1	м.Київ вул. Магнітог орська 1А ТЕХНО ТОН
1	2	3	4	5	6	7	8	9
SB25 (SB27)	Вкл. питания Эл.мотора М1	-	-	На пульті	Кнопка управління виду АСКО , зелена «Старт»	XB2- BA3 1	1	м.Київ вул. Магнітог орська 1А ТЕХНО ТОН
HL25 (HL27)	Сигнализация «вкл» питание Эл.мотора М1	-	220В	На пульті	Лампа накаливання сигнальна «зелена» , потужність 40Вт , живлення 220 В , світловий потік 415 лм, тривалість світіння 1000час , тип цоколя Е 27/27	Б 215- 225- 40	1	м.Київ вул. Магнітог орська 1А ТЕХНО ТОН

SB26 (SB28)	Вкл. питания Эл.мотора М1	-	-	На пульті	Кнопка управління виду АСКО , зелена «Старт»	XB2- BA3 1	1	м.Київ вул. Магнітог орська 1А ТЕХНО ТОН
HL26 (HL28)	Сигнализація «вкл» живлення Ел.мотора М1	-	220В	На пульті	Лампа накаливання сигнальна «зелена» , потужність 40Вт , живлення 220 В , світловий потік 415 лм, тривалість світіння 1000час , тип цоколя Е 27/27	Б 215- 225- 40	1	г.Киев ул. Магнито горская 1А ТЕХНО ТО